



中华人民共和国国家标准

GB/T 16671—2009
代替 GB/T 16671—1996

产品几何技术规范(GPS) 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求

Geometrical Product Specifications (GPS)—Geometrical tolerancing—
Maximum material requirement (MMR), least material requirement (LMR)
and reciprocity requirement (RPR)

(ISO 2692:2006, MOD)

2009-03-16 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准修改采用 ISO 2692:2006《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 最大实体要求(MMR)、最小实体要求(LMR)和可逆要求(RPR)》，在文本结构上与 ISO 2692:2006 完全对应，基本概念和规则、符号、标注方法和应用示例等方面均与 ISO 2692:2006 一致。在不影响国际贸易和国际技术交流的前提下，考虑到我国国情，从实施本标准的经验与习惯、以及更好地理解和应用本标准角度出发，本标准进行了一些修改，主要修改如下：

- “本国际标准”一词改为“本标准”；
- 删除了 ISO 2692:2006 的前言和引言；
- 将最大/最小实体实效边界(MMVB/LMVB)的概念，列为最大/最小实体实效状态(MMVC/LMVC)的注 1，其作用与最大/最小实体实效状态(MMVC/LMVC)等同；
- 在附录 A 应用Ⓜ、Ⓛ、Ⓡ标注公差的各个示例中，补充了尺寸要素的尺寸和其导出要素几何公差关系的分析，并增加了相应的动态公差图；
- 删除了 ISO 2692:2006 中一些术语和定义的注释；
- 将附录 A 的图 A. 1a)、图 A. 2a)中形位公差图框中垂直度的符号改为位置度符号。

本标准代替 GB/T 16671—1996《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》，与 1996 版相比，主要变化为：

- 为与产品几何技术规范(GPS)系列标准统一，修订了标准名称；
- 将“形状和位置公差”改为“几何公差”；
- 根据 ISO 2692:2006 的术语和定义体系，补充和更新了 GB/T 16671—1996 第 3 章的术语定义；
- 将第 4 章最大实体要求和第 5 章最小实体要求合并为一章(本版的第 4 章)，并按照 ISO 2692:2006 的第 4 章最大实体要求和最小实体要求进行了改写；
- 将附录 E 可逆要求列为第 5 章，并按照 ISO 2692:2006 的第 5 章进行了改写；
- 删除了第 6 章代号和附录 A；
- 将附录 B、附录 C、附录 D 合并为一个附录(本版的附录 A)，并按照 ISO 2692:2006 附录 A 带Ⓜ、Ⓛ、Ⓡ的公差标注示例进行了改写。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 均为资料性附录。本标准在 GPS 体系中的位置在附录 C 中说明。

本标准由全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员提出并归口。

本标准起草单位：中机生产力促进中心、西安交通大学、郑州大学、中原工学院。

本标准主要起草人：李晓沛、赵卓贤、张琳娜、赵则祥、景蔚萱、赵凤霞、陈景玉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 16671—1996。

产品几何技术规范(GPS) 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求

1 范围

本标准规定了最大实体要求、最小实体要求和可逆要求的术语和定义、基本规定、图样表示方法及应用示例。

本标准适用于工件尺寸与几何公差需彼此相关以满足其特殊功能要求的情况,例如满足零件可装配性(最大实体要求)、保证最小壁厚(最小实体要求),但最大实体要求和最小实体要求也适用于其他功能要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1800.1—2009 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第1部分:公差、偏差和配合的基础(ISO 286-1:1988,MOD)

GB/T 1182—2008 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注(ISO 1101:2004,IDT)

GB/T 18780.1—2002 产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义(ISO 14660-1:1999,IDT)

GB/T 18780.2—2003 产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第2部分:圆柱面和圆锥面的提取中心线、平行平面的提取中心面、提取要素的局部尺寸(ISO 14660-2:1999,IDT)

GB/Z 20308—2006 产品几何技术规范(GPS) 总体规划(ISO/TR 14638:1995,MOD)

3 术语和定义

GB/T 1800.1—2009、GB/T 18780.1—2002 和 GB/T 18780.2—2003 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

尺寸要素 feature of size

由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状。

[GB/T 18780.1—2002 中 2.2]

3.2

组成要素 integral feature

面和面上的线。

(GB/T 18780.1—2002 中 2.1.1)

3.3

导出要素 derived feature

由一个或几个组成要素得到的中心点、中心线或中心面。

(GB/T 18780.1—2002 中 2.1.2)

3.4

实际(组成)要素 real (integral) feature

由接近实际(组成)要素所限定的工件实际表面的组成要素部分。

[GB/T 18780.1—2002 中 2.4.1]

3.5

提取组成要素 extracted integral feature

按规定方法,由实际(组成)要素提取有限数目的点所形成的实际(组成)要素的近似替代。

[GB/T 18780.1—2002 中 2.5]

3.6

提取导出要素 extracted derived feature

由一个或几个提取组成要素得到的中心点、中心线或中心面。

[GB/T 18780.1—2002 中 2.5.1]

3.7

拟合组成要素 associated integral feature

按规定的方法由提取组成要素形成的并具有理想形状的组成要素。

[GB/T 18780.1—2002 中 2.6]

3.8

提取组成要素的局部尺寸 local size of an extracted integral feature

一切提取组成要素上两对应点之间距离的统称。

注:为方便起见,可将提取组成要素的局部尺寸简称为提取要素的局部尺寸。

[GB/T 1800.1—2009 中 3.7.2]

3.8.1

提取圆柱面的局部尺寸 local size of an extracted cylinder

提取圆柱面的局部直径 local diameter of an extracted cylinder

要素上两对应点之间的距离,其中:两对应点之间的连线通过拟合圆圆心;横截面垂直于由提取表面得到的拟合圆柱面的轴线。

[GB/T 18780.2—2003 中 3.5]

3.8.2

两平行提取表面的局部尺寸 local size of two parallel extracted surfaces

两平行对应提取表面上两对应点之间的距离,其中:所有对应点的连线均垂直于拟合中心平面;拟合中心平面是由两平行提取表面得到的两拟合平行平面的中心平面(两拟合平行平面之间的距离可能与公称距离不同)。

[GB/T 18780.2—2003 中 3.6]

3.9

最大实体状态 maximum material condition (MMC)

假定提取组成要素的局部尺寸处处位于极限尺寸且使其具有实体最大时的状态。

3.10

最大实体尺寸 maximum material size (MMS)

确定要素最大实体状态的尺寸。即外尺寸要素的上极限尺寸,内尺寸要素的下极限尺寸。

3.11

最小实体状态 least material condition (LMC)

假定提取组成要素的局部尺寸处处位于极限尺寸且使其具有实体最小时的状态。

3. 12

最小实体尺寸 least material size (LMS)

确定要素最小实体状态的尺寸。即外尺寸要素的下极限尺寸,内尺寸要素的上极限尺寸。

3. 13

最大实体实效尺寸 maximum material virtual size (MMVS)

尺寸要素的最大实体尺寸与其导出要素的几何公差(形状、方向或位置)共同作用产生的尺寸。

注:对于外尺寸要素, $MMVS = MMS + \text{几何公差}$;对于内尺寸要素, $MMVS = MMS - \text{几何公差}$ 。

3. 14

最大实体实效状态 maximum material virtual condition (MMVC)

拟合要素的尺寸为其最大实体实效尺寸(MMVS)时的状态。

注1:最大实体实效状态对应的极限包容面称之为最大实体实效边界(maximum material virtual boundary, MMVB)。

注2:当几何公差是方向公差时,最大实体实效状态(MMVC)和最大实体实效边界(MMVB)受其方向所约束;当几何公差是位置公差时,最大实体实效状态(MMVC)和最大实体实效边界(MMVB)受其位置所约束。

3. 15

最小实体实效尺寸 least material virtual size (LMVS)

尺寸要素的最小实体尺寸与其导出要素的几何公差(形状、方向或位置)共同作用产生的尺寸。

注:对于外尺寸要素, $LMVS = LMS - \text{几何公差}$;对于内尺寸要素, $LMVS = LMS + \text{几何公差}$ 。

3. 16

最小实体实效状态 least material virtual condition (LMVC)

拟合要素的尺寸为其最小实体实效尺寸(LMVS)时的状态。

注1:最小实体实效状态对应的极限包容面称之为最小实体实效边界(least material virtual boundary, LMVB)。

注2:当几何公差是方向公差时,最小实体实效状态(LMVC)和最小实体实效边界(LMVB)受其方向所约束;当几何公差是位置公差时,最小实体实效状态(LMVC)和最小实体实效边界(LMVB)受其位置所约束。

3. 17

最大实体要求 maximum material requirement (MMR)

尺寸要素的非理想要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC)的一种尺寸要素要求,也即尺寸要素的非理想要素不得超越其最大实体实效边界(MMVB)的一种尺寸要素要求。

3. 18

最小实体要求 least material requirement (LMR)

尺寸要素的非理想要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC)的一种尺寸要素要求,也即尺寸要素的非理想要素不得超越其最小实体实效边界(LMVB)的一种尺寸要素要求。

3. 19

可逆要求 reciprocity requirement (RPR)

最大实体要求(MMR)或最小实体要求(LMR)的附加要求,表示尺寸公差可以在实际几何误差小于几何公差之间的差值范围内增大。

4 最大实体要求(MMR)和最小实体要求(LMR)

4. 1 概要

最大实体要求(MMR)和最小实体要求(LMR)涉及组成要素的尺寸和几何公差的相互关系,这些要求只用于尺寸要素的尺寸及其导出要素几何公差的综合要求。

4. 2 最大实体要求(MMR)

4. 2. 1 最大实体要求应用于注有公差的要素

最大实体要求(MMR)在图样上用符号Ⓜ(见 GB/T 1182—2008)标注在导出要素的几何公差值之后。

最大实体要求(MMR)用于注有公差的要素时,对尺寸要素的表面规定了以下规则:

——规则 A 注有公差的要素的提取局部尺寸要:

- 1) 对于外尺寸要素,等于或小于最大实体尺寸(MMS);
- 2) 对于内尺寸要素,等于或大于最大实体尺寸(MMS)。

注 1: 当标有可逆要求(RPR),即在Ⓜ之后加注Ⓡ时,此规则可以改变。

——规则 B 注有公差的要素的提取局部尺寸要:

- 1) 对于外尺寸要素,等于或大于最小实体尺寸(LMS);
- 2) 对于内尺寸要素,等于或小于最小实体尺寸(LMS)。

——规则 C 注有公差的要素的提取组成要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC)或其最大实体实效边界(MMVB)。

注 2: 当几何公差为形状公差时,标注 0Ⓜ与Ⓡ意义相同。

——规则 D 当一个以上注有公差的要素用同一公差标注,或者是注有公差的要素的导出要素标注方向或位置公差时,其最大实体实效状态或最大实体实效边界要与各自基准的理论正确方向或位置相一致。

4.2.2 最大实体要求应用于基准要素

最大实体要求应用于基准要素时,在图样上用符号Ⓜ标注在基准字母之后。

最大实体要求应用于基准要素时,对基准要素的表面规定了以下规则:

——规则 E 基准要素的提取组成要素不得违反基准要素的最大实体实效状态(MMVC)或最大实体实效边界(MMVB)。

——规则 F 当基准要素的导出要素没有标注几何公差要求,或者注有几何公差但其后没有符号Ⓡ时,基准要素的最大实体实效尺寸(MMVS)为最大实体尺寸(MMS)。

——规则 G 当基准要素的导出要素注有形状公差,且其后有符号Ⓡ时,基准要素的最大实体实效尺寸由 MMS 加上(对外部要素)或减去(对内部要素)该形状公差值。

4.3 最小实体要求(LMR)

4.3.1 最小实体要求应用于注有公差的要素

最小实体要求(LMR)在图样上用符号Ⓛ(见 GB/T 1182—2008)标注在导出要素的几何公差值之后。

最小实体要求(LMR)用于注有公差的要素时,对尺寸要素的表面规定了以下规则:

——规则 H 注有公差的要素的提取局部尺寸要:

- 1) 对于外尺寸要素,等于或大于最小实体尺寸(LMS);
- 2) 对于内尺寸要素,等于或小于最小实体尺寸(LMS)。

——规则 I 注有公差的要素的提取局部尺寸要:

- 1) 对于外尺寸要素,等于或小于最大实体尺寸(MMS);
- 2) 对于内尺寸要素,等于或大于最大实体尺寸(MMS)。

——规则 J 注有公差的要素的提取组成要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC)或其最小实体实效边界(LMVB)。

——规则 K 当一个以上注有公差的要素用同一公差标注,或者是注有公差的要素的的导出要素标注方向或位置公差时,其最小实体实效状态或最小实体实效边界要与各自基准的理论正确方向或位置相一致。

4.3.2 最小实体要求应用于基准要素

最小实体要求应用于基准要素时,在图样上用符号Ⓛ标注在基准字母之后。

最小实体要求应用于基准要素时,对基准要素的表面规定了以下规则:

- 规则 L 基准要素的提取组成要素不得违反基准要素的最小实体实效状态(LMVC)或最小实体实效边界(LMVB)。
- 规则 M 当基准要素的导出要素没有标注几何公差要求,或者注有几何公差但其后没有符号①时,基准要素的最小实体实效尺寸(LMVS)为最小实体尺寸(LMS)。
- 规则 N 当基准要素的导出要素注有形状公差,且其后有符号①时,基准要素的最小实体实效尺寸由 LMS 减去(对外部要素)或加上(对内部要素)该形状公差值。

5 可逆要求(RPR)

5.1 概述

可逆要求(RPR)是最大实体要求(MMR)或最小实体要求(LMR)的附加要求,在图样上用符号Ⓜ(见 GB/T 1182—2008)标注在Ⓜ或①之后。可逆要求仅用于注有公差的要素。在最大实体要求(MMR)或最小实体要求(LMR)附加可逆要求(RPR)后,改变了尺寸要素的尺寸公差,用可逆要求(RPR)可以充分利用最大实体实效状态(MMVC)和最小实体实效状态(LMVC)的尺寸,在制造可能性的基础上,可逆要求(RPR)允许尺寸和几何公差之间相互补偿。

5.2 可逆要求(RPR)用于最大实体要求(MMR)

可逆要求(RPR)在图样上用符号Ⓜ标注在导出要素的几何公差值和符号Ⓜ之后,通过以下规则,改变注有公差要素表面的最大实体要求:

- 规则 A 无效;
- 规则 B~规则 D 仍然有效。

5.3 可逆要求(RPR)用于最小实体要求(LMR)

可逆要求(RPR)在图样上用符号Ⓜ标注在导出要素的几何公差值和符号①之后,通过以下规则,改变注有公差要素表面的最小实体要求:

- 规则 H 无效;
- 规则 I~规则 K 仍然有效。

附录 A (资料性附录)

带Ⓜ、Ⓛ和Ⓡ的公差标注举例

本附录中的图例仅为帮助使用者理解最大实体要求、最小实体要求和可逆要求。有些图例增加了一些详细内容,有些图例则有意不予完整。给出的尺寸和公差值仅仅为了对有关图例进行说明。

例 1 图 A.1 所示零件的预期功能是两销柱要与一个具有两个公称尺寸为 $\phi 10$ mm 的孔相距 25 mm 的板类零件装配,且要与平面 A 相垂直。

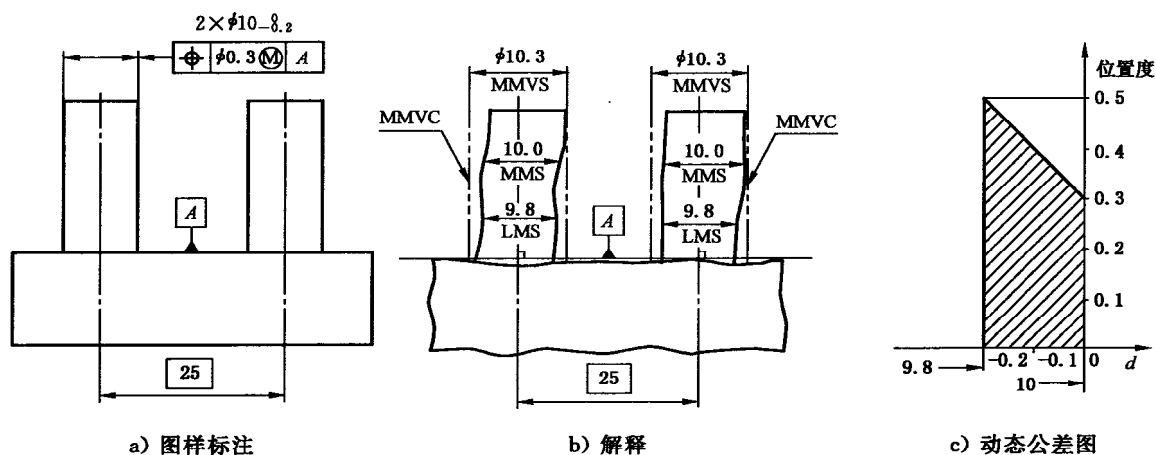


图 A.1 两外圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置度要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 两销柱的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $\text{MMVS} = 10.3$ mm(见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 两销柱的提取要素各处的局部直径均应大于 $\text{LMS} = 9.8$ mm[见规则 B 1) 和 3.13]且均应小于 $\text{MMS} = 10.0$ mm[见规则 A 1) 和 3.11];
- 两个 MMVC 的位置处于其轴线彼此相距为理论正确尺寸 25 mm,且与基准 A 保持理论正确垂直(见规则 D)。

补充解释:图 A.1a) 中两销柱的轴线位置度公差($\phi 0.3$ mm)是这两销柱均为其最大实体状态(MMC)时给定的;若这两销柱均为其最小实体状态(LMC)时,其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.1a) 中给定的轴线位置度公差($\phi 0.3$ mm)与销柱的尺寸公差(0.2 mm)之和 $\phi 0.5$ mm;当两销柱各自处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.3$ mm ~ $\phi 0.5$ mm 之间变化。图 A.1c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 2 图 A.2 所示零件的预期功能也是两销柱要与一个具有两个公称尺寸为 $\phi 10$ mm 的孔相距 25 mm 的板类零件装配,且要与平面 A 相垂直。

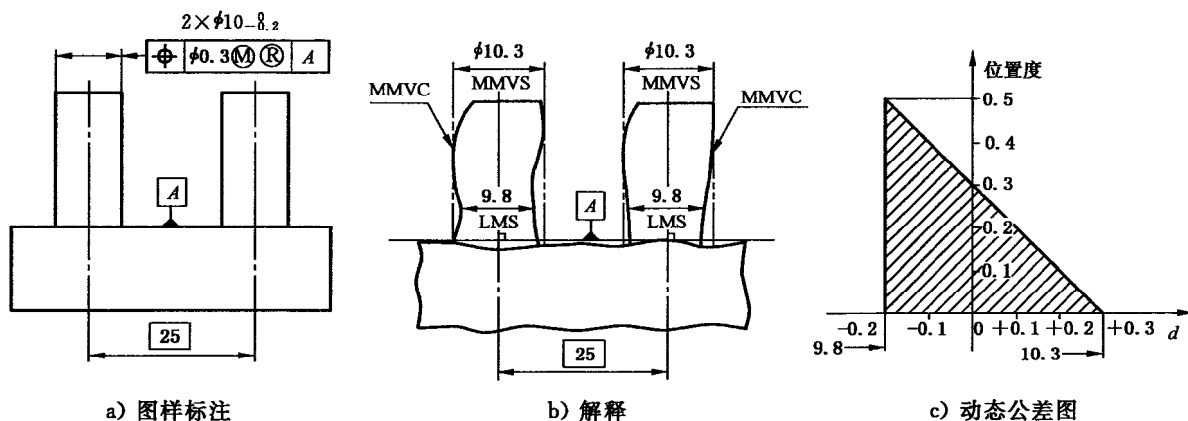


图 A.2 两外圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置度要求的 MMR 和附加 RPR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 两销柱的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=10.3\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 两销柱的提取要素各处的局部直径均应大于 $LMS=9.8\text{ mm}$ [见规则 B 1) 和 3.13]; RPR 允许其局部直径从 $MMS(=10.0\text{ mm})$ 增加至 $MMVS(=10.3\text{ mm})$;
- 两个 MMVC 的位置处于其轴线彼此相距为理论正确尺寸 25 mm , 且与基准 A 保持理论正确垂直(见规则 D)。

补充解释: 图 A. 2a) 中两销柱的轴线位置度公差($\phi 0.3\text{ mm}$)是这两销柱均为其最大实体状态(MMC)时给定的; 若这两销柱均为其最小实体状态(LMC)时, 其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A. 2a) 中给定的轴线位置度公差($\phi 0.3\text{ mm}$)与销柱的尺寸公差(0.2 mm)之和 $\phi 0.5\text{ mm}$; 当两销柱各自处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间, 其轴线位置度公差在 $\phi 0.3\text{ mm} \sim \phi 0.5\text{ mm}$ 之间变化。由于本例还附加了可逆要求(RPR), 因此如果两销柱的轴线位置度误差小于给定的公差($\phi 0.3\text{ mm}$)时, 两销柱的尺寸公差允许大于 0.2 mm , 即其提取要素各处的局部直径均可大于它们的最大实体尺寸($MMS=10\text{ mm}$); 如果两销柱的轴线位置度误差为零, 则两销柱的尺寸公差允许增大至 10.3 mm 。图 A. 2c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 3 图 A. 3a) 为一标注公差的轴, 其预期的功能是与一个等长的标注公差的孔形成间隙配合。

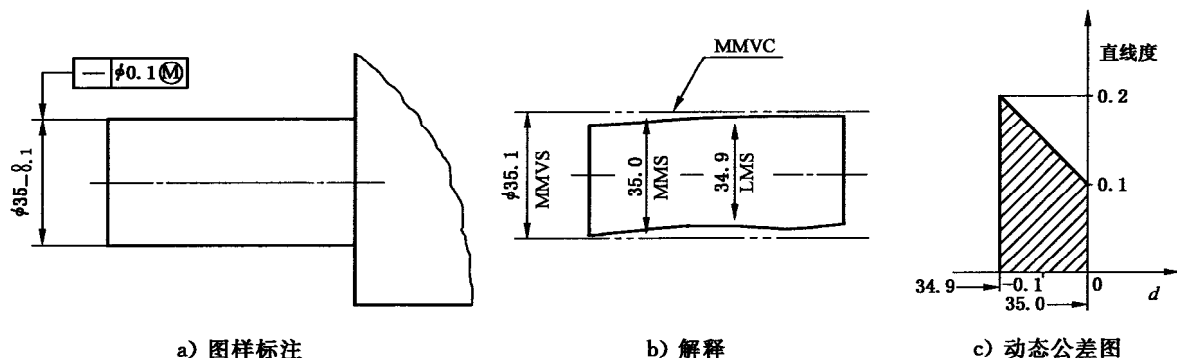


图 A.3 一个外圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有形状(直线度)要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 轴的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=35.1\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 轴的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS=34.9\text{ mm}$ [见规则 B 1)和 3.13]且应小于 $MMS=35.0\text{ mm}$ [见规则 A 1)和 3.11];
- MMVC 的方向和位置无约束。

补充解释:图 A. 3a)中轴线的直线度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)是该轴为其最大实体状态(MMC)时给定的;若该轴为其最小实体状态(LMC)时,其轴线直线度误差允许达到的最大值可为图 A. 3a)中给定的轴线直线度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)与该轴的尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2\text{ mm}$;若该轴处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线直线度公差在 $\phi 0.1\text{ mm}\sim\phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A. 3c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 4 图 A. 4a)为一标注公差孔,其预期的功能是与一个等长的标注公差的轴形成间隙配合。

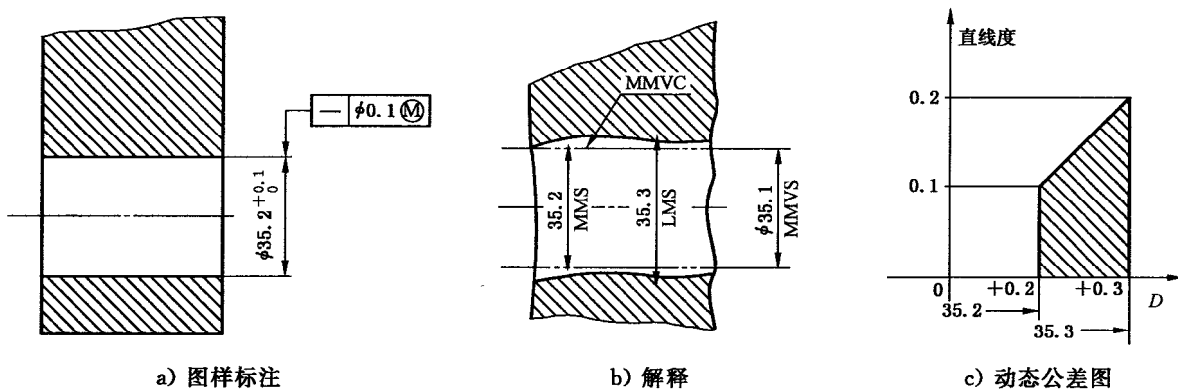


图 A. 4 一个内圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有形状(直线度)要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 孔的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=35.1\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 孔的提取要素各处的局部直径应小于 $LMS=35.3\text{ mm}$ [见规则 B 2)和 3.13]且应大于 $MMS=35.2\text{ mm}$ [见规则 A 2)和 3.11];
- MMVC 的方向和位置无约束。

补充解释:图 A. 4a)中轴线的直线度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)是该孔为其最大实体状态(MMC)时给定的;若该轴为其最小实体状态(LMC)时,其轴线直线度误差允许达到的最大值可为图 A. 4a)中给定的轴线直线度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)与该孔的尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2\text{ mm}$;若该孔处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线直线度公差在 $\phi 0.1\text{ mm}\sim\phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A. 4c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 5 图 A. 5a) 为一标注公差轴, 其预期的功能是与一个等长的标注公差的孔形成间隙配合。

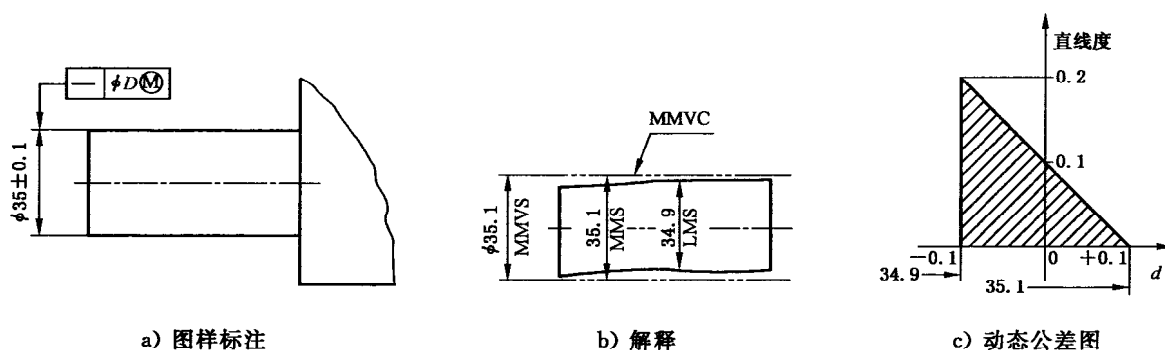


图 A. 5 一个外圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有形状(直线度)要求的 MMR(具有 0Ⓜ 示例)

基于本标准给出的规则和定义, 对本图例解释如下:

- 轴的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC), 其直径为 $\text{MMVS} = 35.1 \text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 轴的提取要素各处的局部直径应大于 $\text{LMS} = 34.9 \text{ mm}$ [见规则 B 1) 和 3.13] 且应小于 $\text{MMS} = 35.1 \text{ mm}$ [见规则 A 1) 和 3.11];
- MMVC 的方向和位置无约束。

补充解释: 图 A. 5a) 中轴线的直线度公差($\phi 0 \text{ mm}$) 是该轴为其最大实体状态(MMC)时给定的, 轴线直线度公差为零, 即该轴为其最大实体状态(MMC)时不允许有轴线直线度误差; 若该轴为其最小实体状态(LMC)时, 其轴线直线度误差允许达到的最大值可为图 A. 5a) 中给定的轴线直线度公差($\phi 0 \text{ mm}$) 与该轴的尺寸公差(0.2 mm) 之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$, 也即其轴线直线度误差允许达到的最大值只等于该轴的尺寸公差(0.2 mm); 若该轴处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间, 其轴线直线度公差在 $\phi 0 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。图 A. 5c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 6 图 A. 6a) 为一标注公差的孔, 其预期的功能是与一个等长的标注公差的轴形成间隙配合。

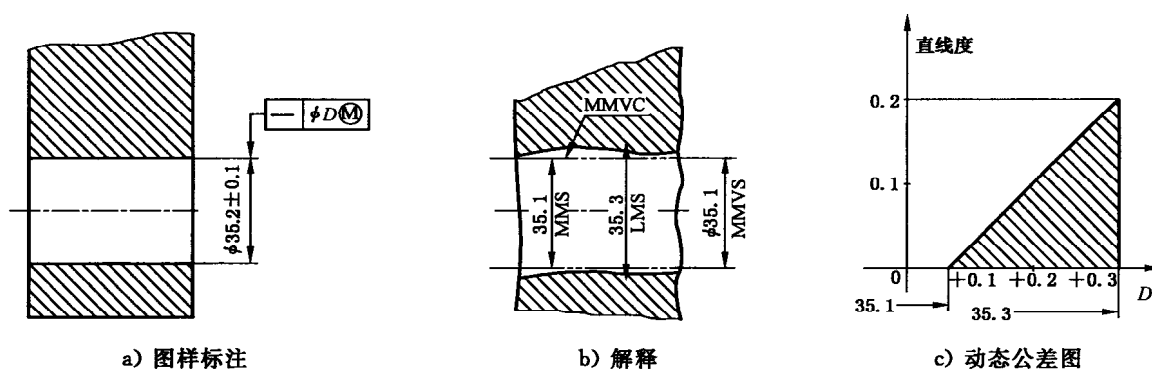


图 A. 6 一个内圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有形状(直线度)要求的 MMR(具有 0Ⓜ 示例)

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 孔的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS = 35.1 \text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 孔的提取要素各处的局部直径应小于 $LMS = 35.3 \text{ mm}$ [见规则 B 2) 和 3.13] 且应大于 $MMS = 35.1 \text{ mm}$ [见规则 A 2) 和 3.11];
- MMVC 的方向和位置无约束。

补充解释:图 A. 6a) 中轴线的直线度公差($\phi 0 \text{ mm}$)是该孔为其最大实体状态(MMC)时给定的,轴线直线度公差为其最大实体状态(MMC)时给定的,轴线直线度公差为零,即该孔为其最大实体状态(MMC)时不允许有轴线直线度误差;若该孔为其最小实体状态(LMC)时,其轴线直线度误差允许达到的最大值可为图 A. 6a) 中给定的轴线直线度公差($\phi 0 \text{ mm}$)与该孔的尺寸公差(0.2 mm)之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$,也即其轴线直线度误差允许达到的最大值只等于该孔的尺寸公差(0.2 mm);若该孔处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线直线度公差在 $\phi 0 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。图 A. 6 c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 7 图 7a) 所示零件的预期功能是与图 8a) 所示零件相装配,而且要求轴装入孔内时两基准平面应同时相接触。

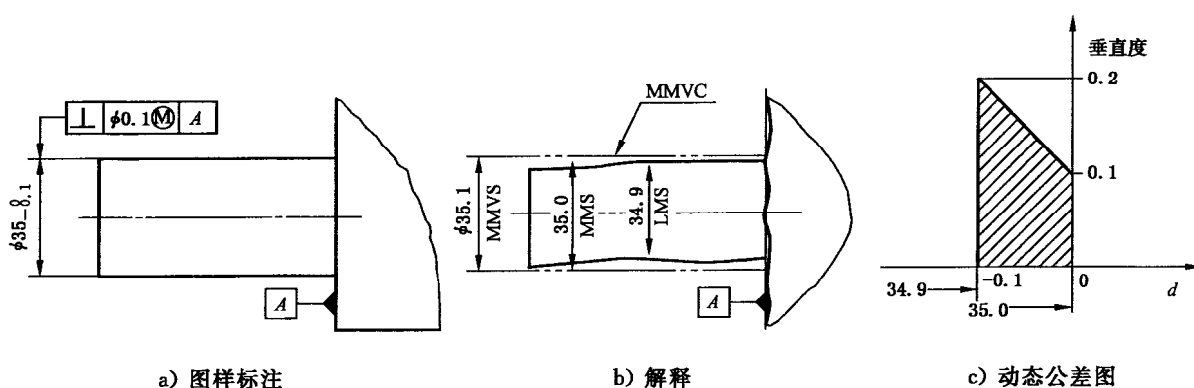


图 A. 7 一个外圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有方向(垂直度)要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 轴的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS = 35.1 \text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 轴的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS = 34.9 \text{ mm}$ [见规则 B 1) 和 3.13] 且应小于 $MMS = 35.0 \text{ mm}$ [见规则 A 1) 和 3.11];
- MMVC 的方向与基准垂直,但其位置无约束(见规则 D)。

补充解释:图 A. 7a) 中轴线的垂直度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)是该轴为其最大实体状态(MMC)时给定的;若该轴为其最小实体状态(LMC)时,其轴线垂直度误差允许达到的最大值可为图 A. 7a) 中给定的轴线直线度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)与该轴的尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$;若该轴处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线垂直度公差在 $\phi 0.1 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。图 A. 7c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 8 图 8a) 所示零件的预期功能是与图 7a) 所示零件相装配, 而且要求轴装入孔内时两基准平面应同时相接触。

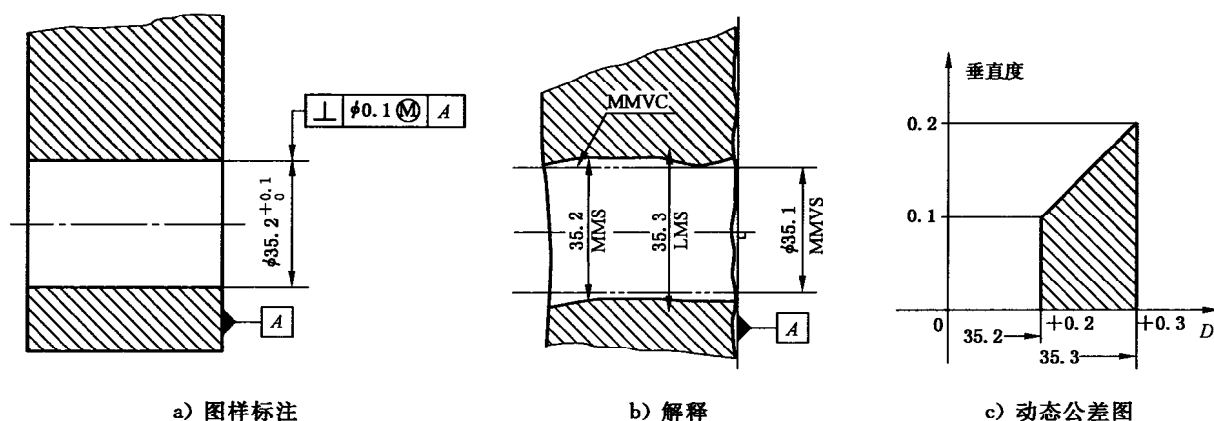


图 A.8 一个内圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有方向(垂直度)要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义, 对本图例解释如下:

- 孔的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC), 其直径为 $MMVS = 35.1 \text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 孔的提取要素各处的局部直径应小于 $LMS = 35.3 \text{ mm}$ [见规则 B 2) 和 3.13] 且应大于 $MMS = 35.2 \text{ mm}$ [见规则 A 2) 和 3.11];
- MMVC 的方向与基准相垂直, 但其位置无约束 (见规则 D)。

补充解释: 图 A. 8a) 中轴线的垂直度公差 ($\phi 0.1 \text{ mm}$) 是该孔为其最大实体状态(MMC)时给定的; 若该孔为其最小实体状态(LMC)时, 其轴线垂直度误差允许达到的最大值可为图 A. 8a) 中给定的轴线直线度公差 ($\phi 0.1 \text{ mm}$) 与该孔的尺寸公差 (0.1 mm) 之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$; 若该孔处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间, 其轴线垂直度公差在 $\phi 0.1 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。图 A. 8c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 9 图 A. 9a) 所示零件的预期功能是与图 A. 10a) 所示零件相装配, 而且要求两基准平面 A 相接触, 两基准平面 B 双方同时与另一零件 (图中未画出) 的平面相接触。

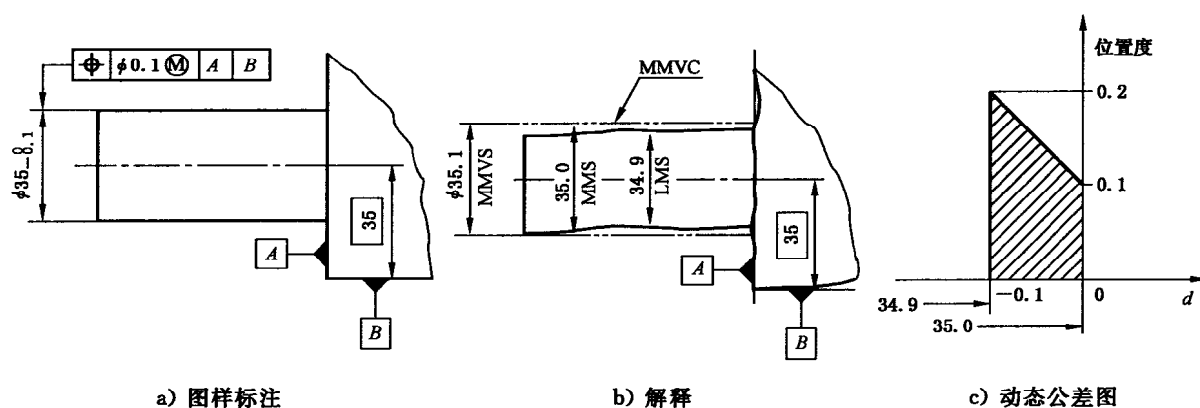


图 A.9 一个外圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置(位置度)要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 轴的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=35.1\text{ mm}$ (见规则 C,3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 轴的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS=34.9\text{ mm}$ [见规则 B 1)和 3.13]且应小于 $MMS=35.0\text{ mm}$ [见规则 A 1)和 3.11];
- MMVC 的方向与基准 A 相垂直,并且其位置在与基准 B 相距 35 mm 的理论正确位置上(见规则 D)。

补充解释:图 A.9a)中轴线的位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)是该轴为其最大实体状态(MMC)时给定的;若该轴为其最小实体状态(LMC)时,其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.9a)中给定的轴线位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)与该轴的尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2\text{ mm}$;若该轴处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.1\text{ mm}\sim\phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A.9c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 10 图 A.10a)所示零件的预期功能是与图 A.9a)所示零件相装配,而且要求两基准平面 A 相接触,两基准平面 B 双方同时与另一零件(图中未画出)的平面相接触。

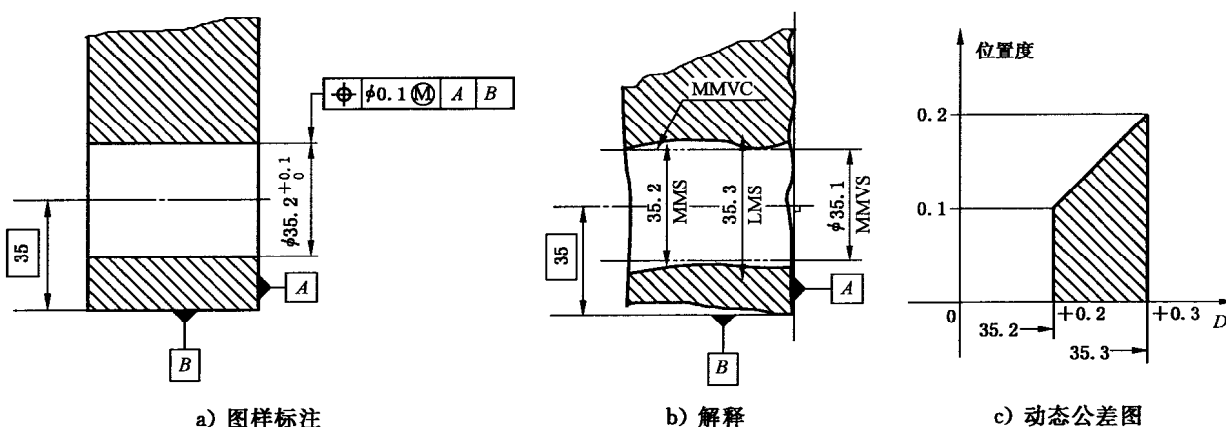


图 A.10 一个内圆柱要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置(位置度)要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 孔的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=35.1\text{ mm}$ (见规则 C,3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 孔的提取要素各处的局部直径应小于 $LMS=35.3\text{ mm}$ [见规则 B 2)和 3.13]且应大于 $MMS=35.2\text{ mm}$ [见规则 A 2)和 3.11];
- MMVC 的方向与基准 A 相垂直,并且其位置在与基准 B 相距 35 mm 的理论正确位置上(见规则 D)。

补充解释:图 A.10a)中轴线的位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)是该孔为其最大实体状态(MMC)时给定的;若该孔为其最小实体状态(LMC)时,其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.10a)中给定的轴线位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)与该孔的尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2\text{ mm}$;若该孔处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.1\text{ mm}\sim\phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A.10c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 11 图 A. 11a) 仅说明最小实体要求的一些原则。本图样标注不全, 不能控制最小壁厚。在其他要素上缺少最小实体要求, 因此不能表示这一功能。本图例可以用位置度、同轴度或同心度标注, 其意义均相同。

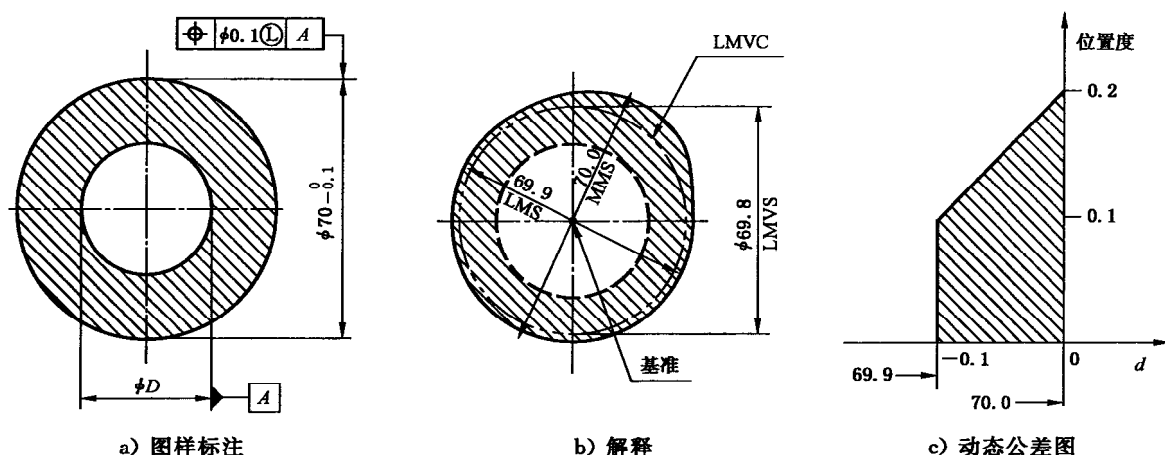


图 A. 11 一个外尺寸要素与一个作为基准的同心内尺寸要素具有位置度要求的 LMR 示例

基于本标准给出的规则和定义, 对本图例解释如下:

- 外尺寸要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态 (LMVC), 其直径为 $LMVS=69.8\text{ mm}$ (见规则 J, 3.16, 3.17 和 3.17 注 1);
- 外尺寸要素的提取要素各处的局部直径应小于 $MMS=70.0\text{ mm}$ [见规则 I 1) 和 3.11] 且应大于 $LMS=69.9\text{ mm}$ [见规则 H 1) 和 3.13];
- LMVC 的方向与基准 A 相平行, 并且其位置在与基准 A 同轴的理论正确位置上 (见规则 K)。

补充解释: 图 A. 11a) 中轴线的位置度公差 ($\phi 0.1\text{ mm}$) 是该外尺寸要素为其最小实体状态 (LMC) 时给定的; 若该外尺寸要素为其最大实体状态 (MMC) 时, 其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A. 11a) 中给定的轴线位置度公差 ($\phi 0.1\text{ mm}$) 与该轴的尺寸公差 (0.1 mm) 之和 $\phi 0.2\text{ mm}$; 若该轴处于最小实体状态 (LMC) 与最大实体状态 (MMC) 之间, 其轴线位置度公差在 $\phi 0.1\text{ mm} \sim \phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A. 11c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 12 图 A. 12a) 仅说明最小实体要求的一些原则。本图样标注不全, 不能控制最小壁厚。在其他要素上缺少最小实体要求, 因此不能表示这一功能。本图例可以用位置度、同轴度或同心度标注, 其意义均相同。

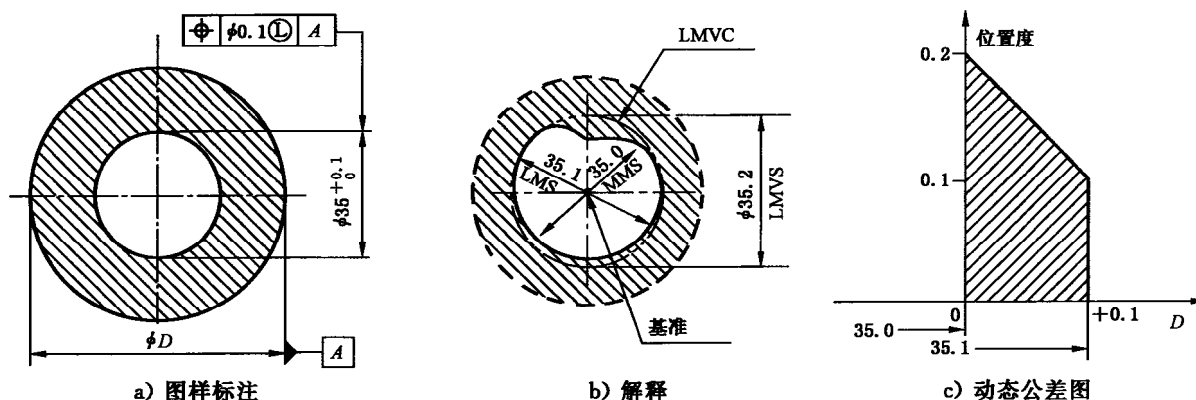


图 A. 12 一个内尺寸要素与一个作为基准的同心外尺寸要素具有位置度要求的 LMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 内尺寸要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC),其直径为 $LMVS=35.2\text{ mm}$ (见规则 J, 3.16, 3.17 和 3.17 注 1);
- 内尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $MMS=35.0\text{ mm}$ [见规则 I 2) 和 3.11] 且应小于 $LMS=35.1\text{ mm}$ [见规则 H 2) 和 3.13];
- LMVC 的方向与基准 A 相平行, 并且其位置在与基准 A 同轴的理论正确位置上(见规则 K)。

补充解释: 图 A.12a) 中轴线的位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$) 是该内尺寸要素为其最小实体状态(LMC) 时给定的; 若该内尺寸要素为其最大实体状态(MMC) 时, 其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.12a) 中给定的轴线位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$) 与该内尺寸要素的尺寸公差(0.1 mm) 之和 $\phi 0.2\text{ mm}$; 若该内尺寸要素处于最小实体状态(LMC) 与最大实体状态(MMC) 之间, 其轴线位置度公差在 $\phi 0.1\text{ mm} \sim \phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A.12c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 13 图 A.13a) 仅说明最小实体要求的一些原则。本图样标注不全, 不能控制最小壁厚。在其他要素上缺少最小实体要求, 因此不能表示这一功能。本图例可以用位置度、同轴度或同心度标注, 其意义均相同。

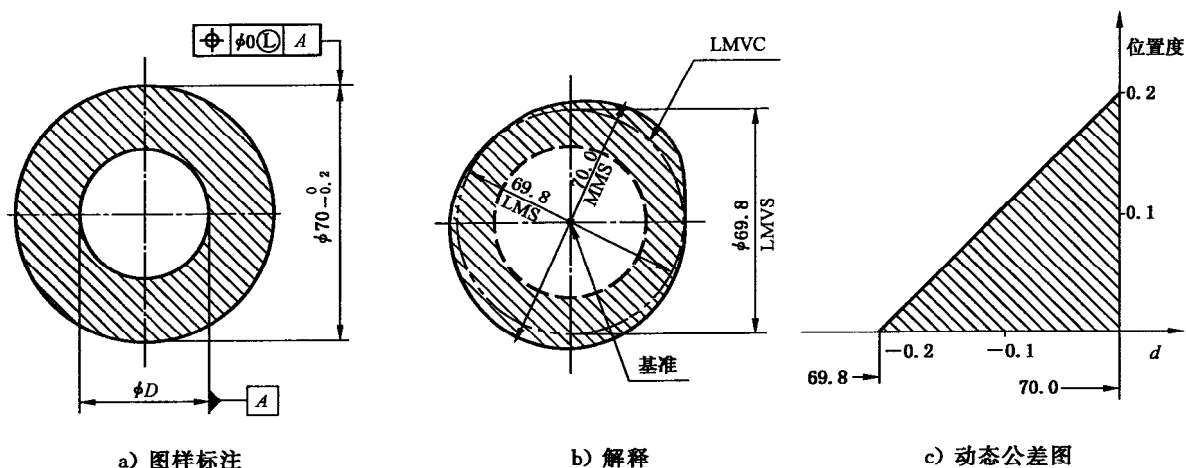


图 A.13 一个外尺寸要素与一个作为基准的同心内尺寸要素具有位置度要求的 LMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 外尺寸要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC),其直径为 $LMVS=69.8\text{ mm}$ (见规则 J, 3.16, 3.17 和 3.17 注 1);
- 外尺寸要素的提取要素各处的局部直径应小于 $MMS=70.0\text{ mm}$ [见规则 I 1) 和 3.11] 且应大于 $LMS=69.8\text{ mm}$ [见规则 H 1) 和 3.13];
- LMVC 的方向与基准 A 相平行, 并且其位置在与基准 A 同轴的理论正确位置上(见规则 K)。

补充解释: 图 A.13a) 中轴线的位置度公差($\phi 0\text{ mm}$) 是该外尺寸要素为其最小实体状态(LMC) 时给定的, 轴线的位置度公差规定为零, 即该尺寸要素为其最小实体状态 LMC) 时不允许有轴线位置度误差; 若该外尺寸要素为最大实体状态(MMC) 时, 其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.13a) 给定的轴线位置度公差($\phi 0\text{ mm}$) 与该外尺寸要素的尺寸公差(0.2 mm) 之和 $\phi 0.2\text{ mm}$; 若该外尺寸要素处于最小实体状态(LMC) 与最大实体状态(MMC) 之间, 其轴线位置度公差在 $\phi 0\text{ mm} \sim \phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。图 A.13 c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 14 图 A.14a) 仅说明最小实体要求的一些原则。本图样标注不全, 不能控制最小壁厚。在其他要素上缺少最小实体要求, 因此不能表示这一功能。本图例可以用位置度、同轴度或同心度标注, 其意义均相同。

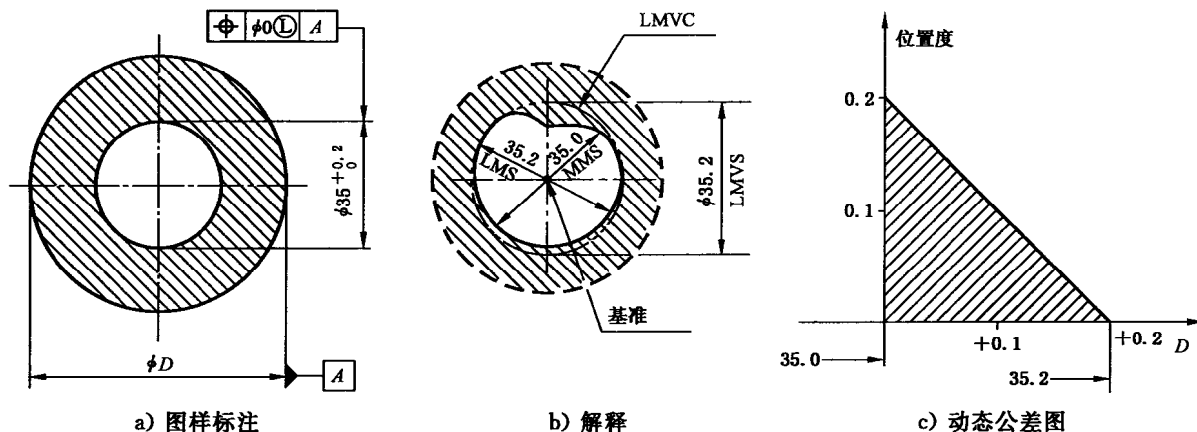


图 A.14 一个内尺寸要素与一个作为基准的同心外尺寸要素具有位置度要求的 LMR 示例

基于本标准给出的规则和定义, 对本图例解释如下:

- 内尺寸要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC), 其直径为 $LMVS = 35.2 \text{ mm}$ (见规则 J.3.16, 3.17 和 3.17 注 1);
- 内尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $MMS = 35.0 \text{ mm}$ [见规则 I 2) 和 3.11] 且应小于 $LMS = 35.2 \text{ mm}$ [见规则 H 2) 和 3.13];
- LMVC 的方向与基准 A 相平行, 并且其位置在与基准 A 同轴的理论正确位置上 (见规则 K)。

补充解释: 图 A.14a) 中轴线的位置度公差 ($\phi 0 \text{ mm}$) 是该内尺寸要素为其最小实体状态(LMC) 时给定的, 轴线的位置度公差规定为零, 即该尺寸要素为其最小实体状态(LMC) 时不允许有轴线位置度误差; 若该内尺寸要素为最大实体状态(MMC) 时, 其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.14a) 给定的轴线位置度公差 ($\phi 0 \text{ mm}$) 与该内尺寸要素的尺寸公差 (0.2 mm) 之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$; 若该内尺寸要素处于最小实体状态(LMC) 与最大实体状态(MMC) 之间, 其轴线位置度公差在 $\phi 0 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。图 A.14 c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 15 图 A.15a) 仅说明最小实体要求的一些原则。本图样标注不全, 不能控制最小壁厚。在其他要素上缺少最小实体要求, 因此不能表示这一功能。本图例可以用位置度、同轴度或同心度标注, 其意义均相同。

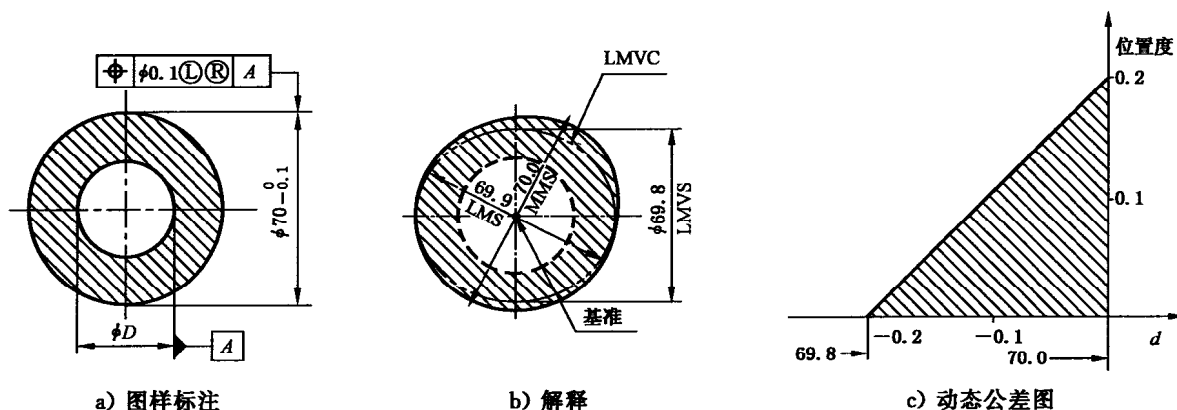


图 A.15 一个外尺寸要素与一个作为基准的同心内尺寸要素具有位置度要求的 LMR 和附加 RPR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 外尺寸要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC),其直径为 $LMVS=69.8\text{ mm}$ (见规则 J, 3.16, 3.17 和 3.17 注 1);
- 外尺寸要素的提取要素各处的局部直径应小于 $MMS=70.0\text{ mm}$ [见规则 I 1) 和 3.11], RPR 允许其局部直径从 $LMS(=69.9\text{ mm})$ 减小至 $LMVS(=69.8\text{ mm})$;
- LMVC 的方向与基准 A 相平行,并且其位置在与基准 A 同轴的理论正确位置上(见规则 K)。

补充解释:图 A.15 a) 中轴线的位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)是该外尺寸要素为其最小实体状态(LMC)时给定的;若该外尺寸要素为其最大实体状态(MMC)时,其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.15a) 中给定的轴线位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)与该外尺寸要素尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2\text{ mm}$;若该外尺寸要素处于最小实体状态(LMC)与最大实体状态(MMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.1\text{ mm} \sim \phi 0.2\text{ mm}$ 之间变化。由于本例还附加了可逆要求(RPR),因此如果其轴线位置度误差小于给定的公差($\phi 0.1\text{ mm}$)时,该外尺寸要素的尺寸公差允许大于 0.1 mm ,即其提取要素各处的局部直径均可小于它的最小实体尺寸($LMS=69.9\text{ mm}$);如果其轴线位置度误差为零,则其局部直径允许减小至 69.8 mm 。图 A.15 c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 16 图 A.16a) 仅说明最小实体要求的一些原则。本图样标注不全,不能控制最小壁厚。在其他要素上缺少最小实体要求,因此不能表示这一功能。本图例可以用位置度、同轴度或同心度标注,其意义均相同。

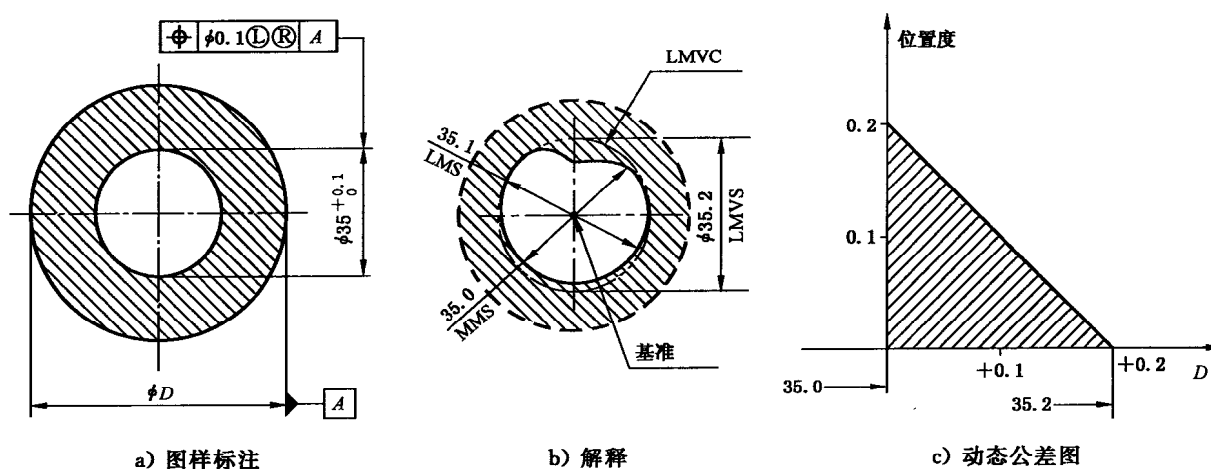


图 A.16 一个内尺寸要素与一个作为基准的同心外尺寸要素
具有位置度要求的 LMR 和附加 RPR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 内尺寸要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC),其直径为 $LMVS=35.2\text{ mm}$ (见规则 J, 3.16, 3.17 和 3.17 注 1);
- 内尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $MMS=35.0\text{ mm}$ [见规则 I 2) 和 3.11], RPR 允许其局部直径从 $LMS(=35.1\text{ mm})$ 增大至 $LMVS(=35.2\text{ mm})$;
- LMVC 的方向与基准 A 相平行,并且其位置在与基准 A 同轴的理论正确位置上(见规则 K)。

补充解释:图 A.16a) 中轴线的位置度公差($\phi 0.1\text{ mm}$)是该内尺寸要素为其最小实体状态(LMC)时给定的;若该内尺寸要素为其最大实体状态(MMC)时,其轴线位置度误差允许达到的最大值可为

图 A. 16a) 中给定的轴线位置度公差($\phi 0.1$ mm)与该内尺寸要素尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2$ mm;若该外尺寸要素处于最小实体状态(LMC)与最大实体状态(MMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.1$ mm ~ $\phi 0.2$ mm 之间变化。由于本例还附加了可逆要求(RPR),因此如果其轴线位置度误差小于给定的公差($\phi 0.1$ mm)时,该内尺寸要素的尺寸公差允许大于 0.1 mm,即其提取要素各处的局部直径均可大于它的最小实体尺寸(LMS=35.1 mm);如果其轴线位置度误差为零,则其局部直径允许增大至 35.2 mm。图 A. 16c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 17 图 A. 17a)所示零件的预期功能是与图 A. 18a)所示零件相装配。

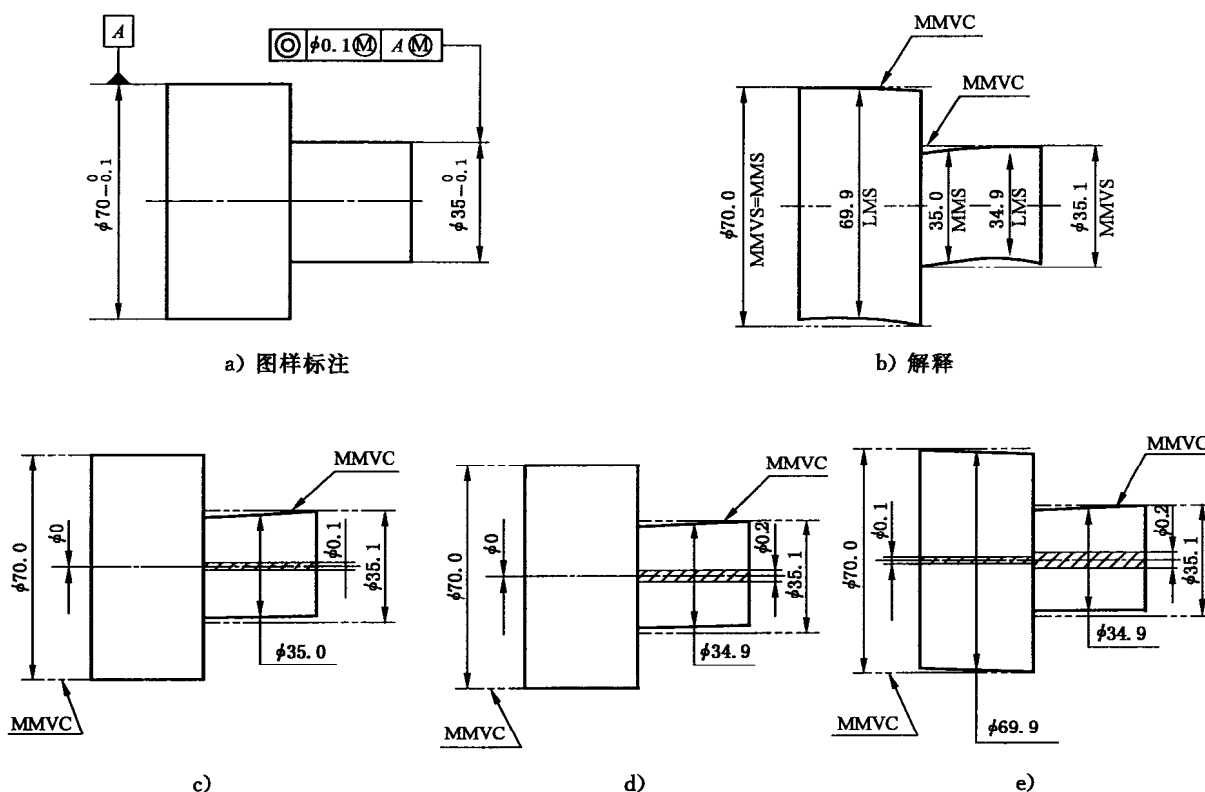


图 A. 17 一个外尺寸要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置(同轴度)要求的 MMR 和作为基准的外尺寸要素具有尺寸要求同时也用 MMR 的示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 外尺寸要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=35.1$ mm (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 外尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS=34.9$ mm [见规则 B 1) 和 3.13] 且应小于 $MMS=35.0$ mm [见规则 A 1) 和 3.11];
- MMVC 的位置与基准要素的 MMVC 同轴(见规则 D);
- 基准要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态 MMVC,其直径为 $MMVS=MMS=70.0$ mm (见规则 E, 规则 F, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 基准要素的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS=69.9$ mm [见规则 B 1) 和 3.13]。

补充解释:图 A. 17a)中外尺寸要素轴线相对于基准要素轴线的同轴度公差($\phi 0.1$ mm)是该外尺寸要素及其基准要素均为其最大实体状态(MMC)时给定的(见图 A. 17c);若外尺寸要素为其最小实体状态

态(LMC),基准要素仍为其最大实体状态(MMC)时,外尺寸要素的轴线同轴度误差允许达到的最大值可为图 A. 17a)中给定的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)与其尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$ [见图 A. 17d)];若外尺寸要素处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,基准要素仍为其最大实体状态(MMC),其轴线同轴度公差在 $\phi 0.1 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。

若基准要素偏离其最大实体状态(MMC),由此可使其轴线相对于其理论正确位置有一些浮动(偏移、倾斜或弯曲);若基准要素为其最小实体状态(LMC)时,其轴线相对于其理论正确位置的最大浮动量可以达到的最大值为 $\phi 0.1 (70.0 \sim 69.9) \text{ mm}$ [见图 A. 17e)],在此情况下,若外尺寸要素也为其最小实体状态(LMC),其轴线与基准要素轴线的同轴度误差可能会超过 $\phi 0.3 \text{ mm}$ [图 A. 17a)中给定的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)、外尺寸要素的尺寸公差(0.1 mm)与基准要素的尺寸公差(0.1 mm)三者之和],同轴度误差的最大值可以根据零件具体的结构尺寸近似估算。

例 18 图 A. 18a)所示零件的预期功能是与图 17a)所示零件相装配。

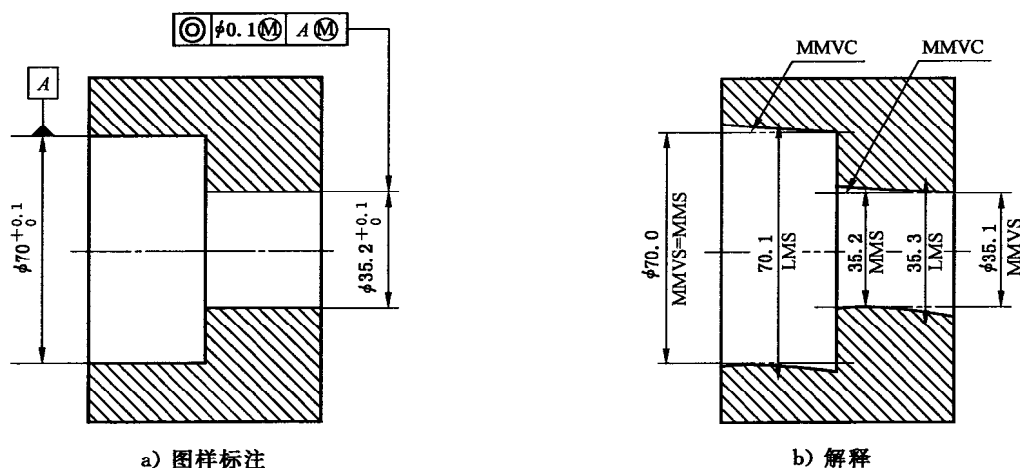


图 A. 18 一个内尺寸要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置(同轴度)要求的 MMR 和作为基准的尺寸要素具有尺寸要求同时也用 MMR 的示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- a) 内尺寸要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $\text{MMVS} = 35.1 \text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- b) 内尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $\text{MMS} = 35.2 \text{ mm}$ [见规则 A 2)和 3.11],且应小于 $\text{LMS} = 35.3 \text{ mm}$ [见规则 B 2)和 3.13];
- c) MMVC 的位置与基准要素的 MMVC 同轴(见规则 D);
- d) 基准要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态 MMVC,其直径为 $\text{MMVS} = \text{MMS} = 70.0 \text{ mm}$ (见规则 E, 规则 F, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- e) 基准要素的提取要素各处的局部直径应小于 $\text{LMS} = 70.1 \text{ mm}$ [见规则 B 2)和 3.13]。

补充解释:图 A. 18a)中内尺寸要素轴线相对于基准要素轴线的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)是该内尺寸要素及其基准要素均为其最大实体状态(MMC)时给定的[类同图 A. 18c)];若内尺寸要素为其最小实体状态(LMC),基准要素仍为其最大实体状态(MMC)时,内尺寸要素的轴线同轴度误差允许达到的最大值可为图 A. 18a)中给定的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)与其尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$ [类同图 A. 17d)];若内尺寸要素处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间,基准要素仍为其最大实体状态(MMC),其轴线同轴度公差在 $\phi 0.1 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。

若基准要素偏离其最大实体状态(MMC),由此可使其轴线相对于其理论正确位置有一些浮动(偏移、倾斜或弯曲);若基准要素为其最小实体状态(LMC)时,其轴线相对于其理论正确位置的最大浮动量可以达到的最大值为 $\phi 0.1(70.0 \sim 69.9)$ mm[类同图 A. 17e)],在此情况下,若内尺寸要素也为其最小实体状态(LMC),其轴线与基准要素轴线的同轴度误差可能会超过 $\phi 0.3$ mm[图 A. 18a)中给定的同轴度公差($\phi 0.1$ mm)、内尺寸要素的尺寸公差(0.1 mm)与基准要素的尺寸公差(0.1 mm)三者之和],同轴度误差的最大值可以根据零件具体的结构尺寸近似估算。

例 19 图 A. 19a)所示零件的预期功能是与图 20a)所示零件相装配。

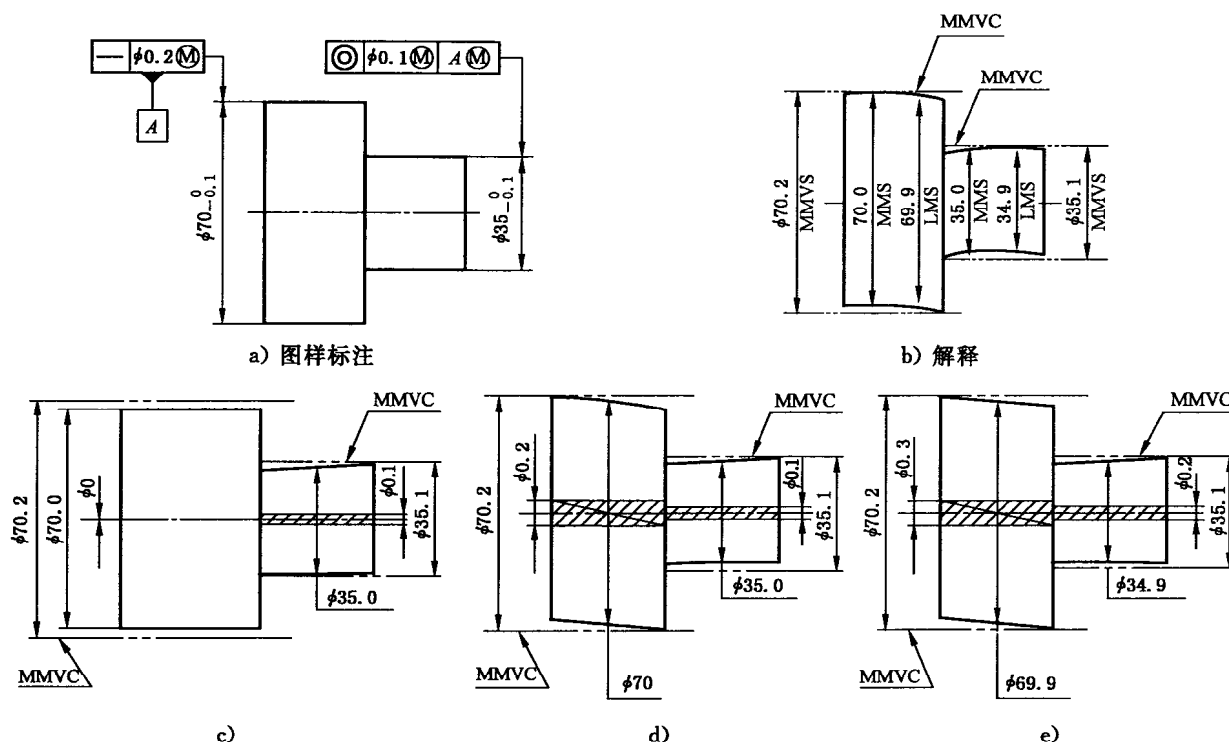


图 A. 19 一个外尺寸要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置(同轴度)要求的 MMR 和作为基准的外尺寸要素具有尺寸要求和对其轴线具有形状(直线度)要求同时也用 MMR 的示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 外尺寸要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=35.1$ mm(见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 外尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS=34.9$ mm[见规则 B 1)和 3.13],且应小于 $MMS=35.0$ mm[见规则 A 1)和 3.11];
- MMVC 的位置与基准要素的 MMVC 同轴(见规则 D);
- 基准要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=70$ mm + 0.2 mm = 70.2 mm(见规则 E, 规则 G, 3.15 和 3.15 注 1);
- 基准要素的提取要素各处的局部直径应大于 $LMS=69.9$ mm[见规则 B 1)和 3.13],且均应小于 $MMS=70.0$ mm[见规则 A 1)和 3.11];

补充解释:图 A. 19a)中外尺寸要素轴线相对于基准要素轴线的同轴度公差($\phi 0.1$ mm)是它们均为其最大实体状态(MMC)时给定的,当基准要素的轴线为其理论正确位置时的情况见图 A. 19. c)。

若外尺寸要素处于最大实体状态(MMC),基准要素也处于最大实体状态(MMC),但由于它的最大

实体实效状态(MMVC)大于最大实体状态(MMC),因此,其轴线相对于理论正确位置可以有一些浮动,在此条件下基准轴线相对于理论正确位置具有最大浮动量($\phi 0.2 \text{ mm}$) [见图 A. 19d)]。

若外尺寸要素处于最小实体状态(LMC),基准要素也处于最小实体状态(LMC),此时,基准轴线相对于理论正确位置的浮动量可为 $\phi 0.3 \text{ mm}$ [基准要素的尺寸公差(0.1 mm)与基准轴线的直线度公差($\phi 0.2 \text{ mm}$)之和] [见图 A. 19e)],在此情况下同轴度误差为最大,具体数值可以根据零件的具体结构尺寸近似算出。

例 20 图 A. 20a)所示零件的预期功能是与图 A. 19a)所示零件相装配。

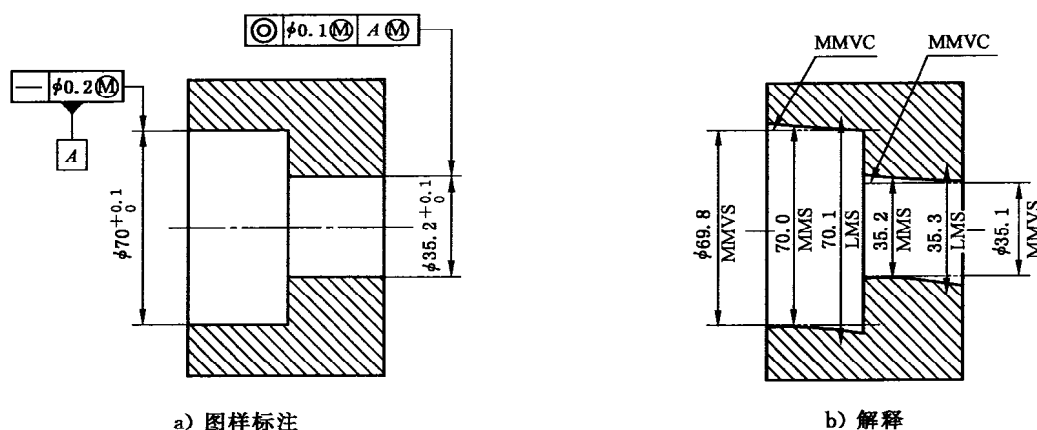


图 A. 20 一个内尺寸要素具有尺寸要求和对其轴线具有位置(同轴度)要求的 MMR 和作为基准的内尺寸要素具有尺寸要求和对其轴线具有形状(直线度)要求同时也用 MMR 的示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 内尺寸要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $\text{MMVS}=35.1 \text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 内尺寸要素的提取要素各处的局部直径应大于 $\text{MMS}=35.2 \text{ mm}$ [见规则 B 2) 和 3.11], 且应小于 $\text{LMS}=35.3 \text{ mm}$ [见规则 A 2) 和 3.13];
- MMVC 的位置与基准要素的 MMVC 同轴(见规则 D);
- 基准要素的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $\text{MMVS}=70 \text{ mm}-0.2 \text{ mm}=69.8 \text{ mm}$ (见规则 E, 规则 G, 3.15 和 3.15 注 1);
- 基准要素的提取要素各处的局部直径应小于 $\text{LMS}=70.1 \text{ mm}$ [见规则 B 2) 和 3.13], 且均应大于 $\text{MMS}=70.0 \text{ mm}$ [见规则 A 2) 和 3.11]。

补充解释:图 A. 20a)中内尺寸要素轴线相对于基准要素轴线的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)是它们均为其最大实体状态(MMC)时给定的,当基准要素的轴线为其理论正确位置时的情况类同图 A. 19c)。

若内尺寸要素处于最大实体状态(MMC),基准要素也处于最大实体状态(MMC),但由于它的最大实体实效状态(MMVC)小于最大实体状态(MMC),因此,其轴线相对于理论正确位置可以有一些浮动,在此条件下基准轴线相对于理论正确位置具有最大浮动量($\phi 0.2 \text{ mm}$)的情况类同图 A. 19d)。

若内尺寸要素处于最小实体状态(LMC),基准要素也处于最小实体状态(LMC),此时,基准轴线相对于理论正确位置的浮动量可为 $\phi 0.3 \text{ mm}$ [基准要素的尺寸公差(0.1 mm)与基准轴线的直线度公差($\phi 0.2 \text{ mm}$)之和] [类同图 A. 19e)],在此情况下同轴度误差为最大,具体数值可以根据零件的具体结构尺寸近似算出。

例 21 图 A.21 所示零件的预期功能是承受内压并防止崩裂。

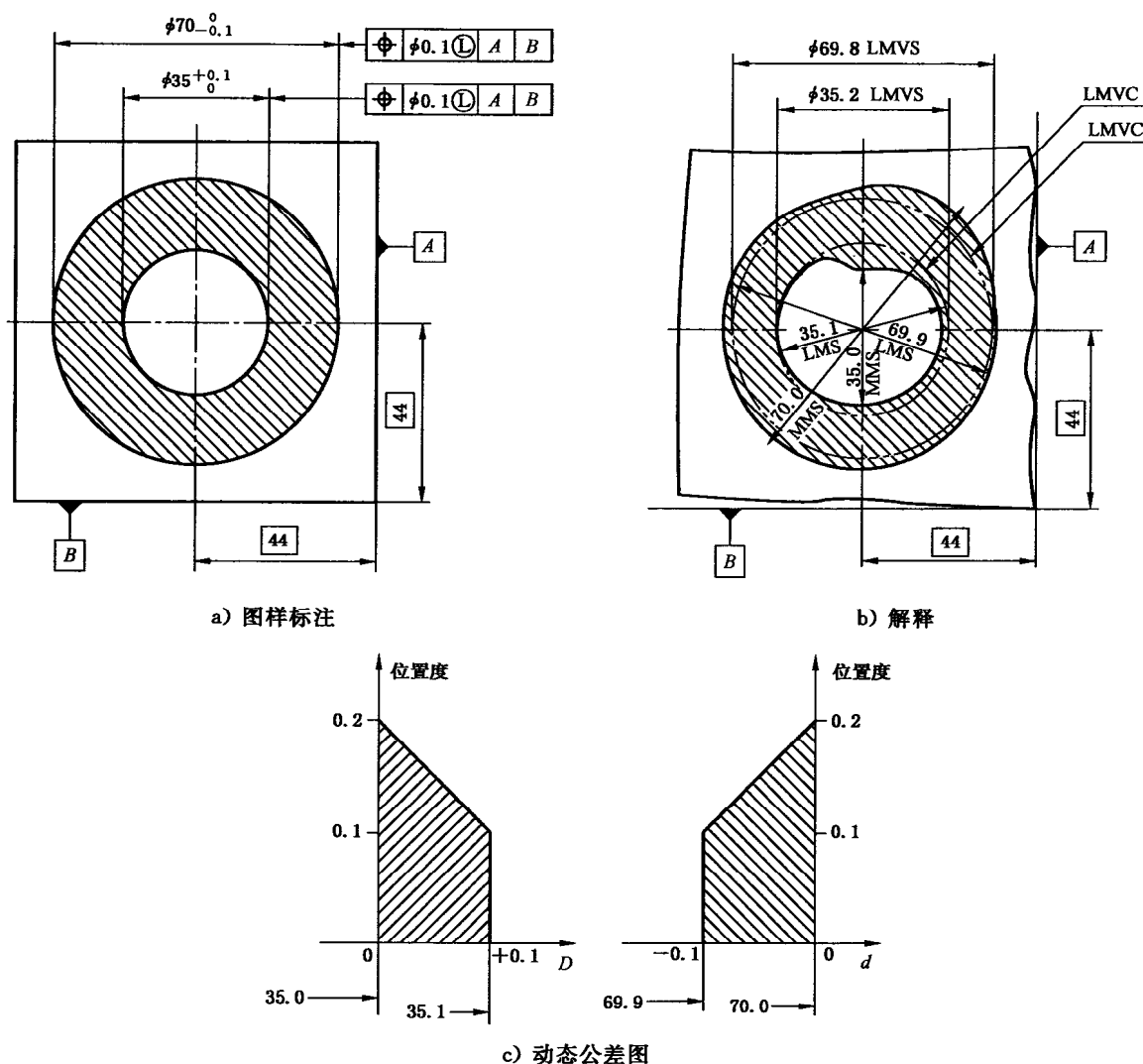


图 A.21 两同心圆柱要素(内与外)由同一基准体系 A 和 B 控制其尺寸和位置的 LMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 外圆柱要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态 (LMVC),其直径为 LMVS=69.8 mm (见规则 J,3.16,3.17 和 3.17 注 1);
- 外圆柱要素的提取要素各处的局部直径应小于 MMS=70.0 mm [见规则 I 1) 和 3.11] 且应大于 LMS=69.9 mm [见规则 H 1) 和 3.13];
- 内圆柱要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态,其直径为 LMVS=35.2 mm (见规则 J,3.16,3.17 和 3.17 注 1);
- 内圆柱要素的提取要素各处的局部直径应大于 MMS=35.0 mm [见规则 I 2) 和 3.11] 且应小于 LMS=35.1 mm [见规则 H 2) 和 3.13];
- 内、外圆柱要素的最小实体实效状态的理论正确方向和位置应处于距基准体系 A 和 B 各为 44 mm (见规则 K)。

补充解释:图 A.21a) 中内、外圆柱要素轴线的位置度公差 ($\phi 0.1$ mm) 均为其最小实体状态 (LMC) 时给定的;若此内、外圆柱要素均为其最大实体状态 (MMC) 时,其轴线位置度误差均允许达到的最大值

可为图 A. 21 中给定的位置度公差($\phi 0.1$ mm)与其尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2$ mm;若此内、外圆柱要素处于各自的最小实体状态(LMC)与最大实体状态(MMC)之间,各自轴线的位置度公差都在 $\phi 0.1$ mm~ $\phi 0.2$ mm 之间变化。图 A. 21 c) 给出了表述上述关系的动态公差图。

例 22 图 A. 22a) 所示零件的预期功能是承受内压并防止崩裂。

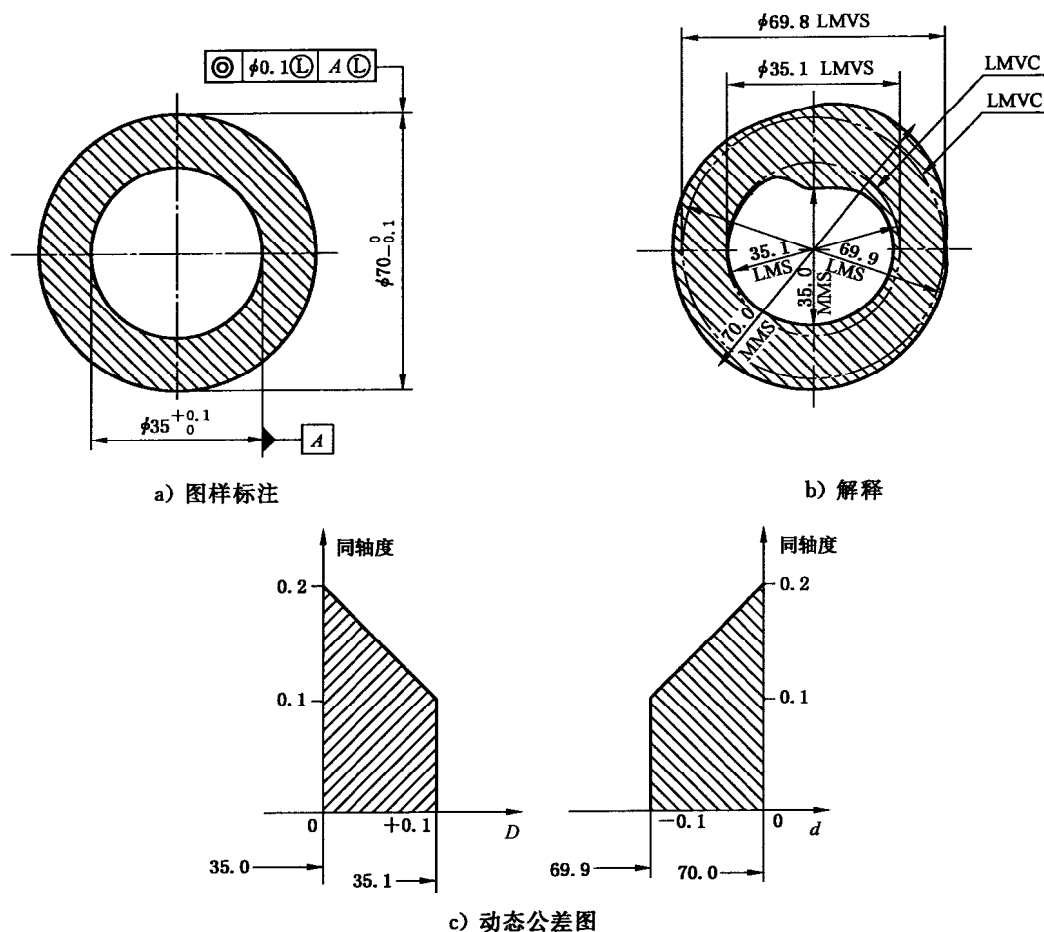


图 A. 22 一个外圆柱要素由尺寸和相对于由尺寸和 LMR 控制的内圆柱要素作为基准的位置(同轴度)控制的 LMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 外圆柱要素的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC),其直径为 $LMVS=69.8$ mm (见规则 J, 3.10, 3.11 和 3.11 注 1);
- 外圆柱要素的提取要素各处的局部直径应小于 $MMS=70.0$ mm [见规则 I 1) 和 3.5] 且应大于 $LMS=69.9$ mm [见规则 H 1) 和 3.7];
- 内圆柱要素(基准要素)的提取要素不得违反其最小实体实效状态(LMVC),其直径为 $LMVS=LMS=35.1$ mm (见规则 L, 规则 M, 3.10, 3.11 和 3.11 注 1)
- 内圆柱要素(基准要素)的提取要素各处的局部直径应大于 $MMS=35.0$ mm [见规则 I 2) 和 3.5] 且应小于 $LMS=35.1$ mm [见规则 H 2) 和 3.7];
- 外圆柱要素的最小实体实效状态(LMVC)位于内圆柱要素(基准要素)轴线的理论正确位置 (见规则 K)。

补充解释:图 A. 22a) 外圆柱要素轴线相对于内圆柱要素(基准要素)的同轴度公差($\phi 0.1$ mm)是它

们均为其最小实体状态(LMC)时给定的;若外圆柱要素为最大实体状态(MMC),内圆柱要素(基准要素)仍为其最小实体状态(LMC),外圆柱要素的轴线同轴度误差允许达到的最大值可为图 A. 22a)中给定的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)与其尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.2 \text{ mm}$;若外圆柱要素处于最小实体状态(LMC)与最大实体状态(MMC)之间,内圆柱要素(基准要素)仍为其最小实体状态(LMC),其轴线的同轴度公差在 $\phi 0.1 \text{ mm} \sim \phi 0.2 \text{ mm}$ 之间变化。若内圆柱要素(基准要素)偏离其最小实体状态(LMC),由此可使其轴线相对于理论正确位置有一些浮动;若内圆柱要素(基准要素)为其最大实体状态(MMC)时,其轴线相对于理论正确位置的最大浮动量可以达到的最大值为 $\phi 0.1 \text{ mm}$ ($35.1 \sim 35.0 \text{ mm}$ [见图 A. 22c]),在此情况下,若外圆柱要素也为其最大实体状态(MMC),其轴线与内圆柱要素(基准要素)轴线的同轴度误差可能会超过 $\phi 0.3 \text{ mm}$ [图 A. 22a)中的同轴度公差($\phi 0.1 \text{ mm}$)与外圆柱要素的尺寸公差(0.1 mm)、内圆柱要素(基准要素)的尺寸公差(0.1 mm)三者之和],同轴度误差的最大值可以根据零件的具体结构尺寸近似算出。

例 23 图 A. 23a)所示零件的预期功能是与类似零件形成间隙配合,但两个零件的平面相接触并非功能要求。

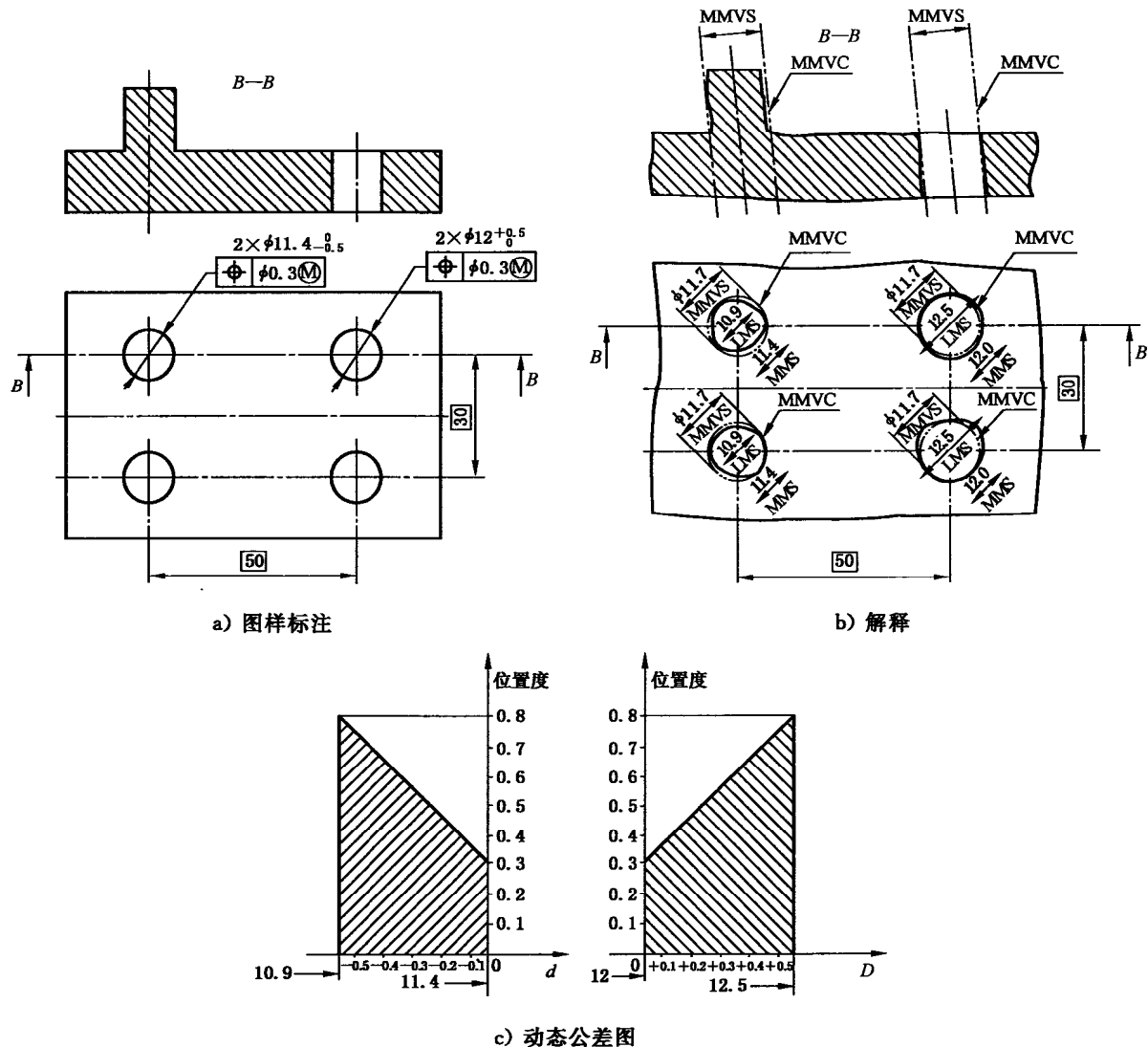


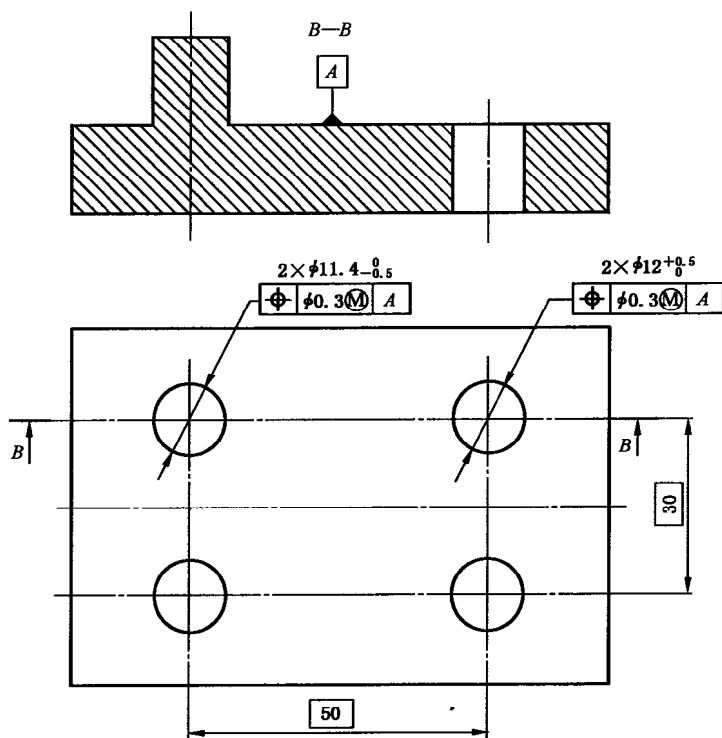
图 A. 23 两个销柱和两个孔彼此之间的位置由理论正确尺寸和位置度公差确定, 没有应用基准的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- a) 两销柱的提取要素不得违反其最大实体实效状态 (MMVC), 其直径为 $MMVS=11.7\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- b) 两销柱的提取要素各处的局部直径均应大于 $LMS=10.9\text{ mm}$ [见规则 B 1) 和 3.13] 且均应小于 $MMS=11.4\text{ mm}$ [见规则 A 1) 和 3.11];
- c) 两孔的提取要素不得违反其最大实体实效状态 (MMVC), 其直径为 $MMVS=11.7\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- d) 两孔的提取要素各处的局部直径均应小于 $LMS=12.5\text{ mm}$ [见规则 B 2) 和 3.13] 且均应大于 $MMS=12.0\text{ mm}$ [见规则 A 2) 和 3.11];
- e) 四个 MMVC 处于彼此相距理论正确尺寸为 $(30\times 50)\text{ mm}$ 的位置, 且彼此理论正确相互平行, 对零件的其他部分没有方向或位置要求 (见规则 D)。

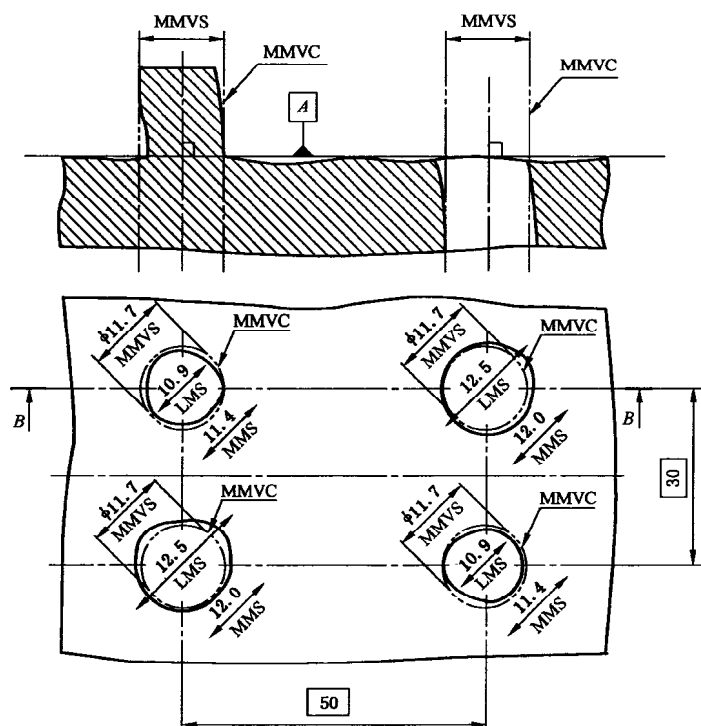
补充解释:图 A. 23a)两销柱和两个孔的轴线位置度公差($\phi 0.3 \text{ mm}$)是它们均为其最大实体状态(MMC)时给定的;若它们均为其最小实体状态(LMC),其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A. 23)中给定的轴线位置度公差($\phi 0.3 \text{ mm}$)与它们的尺寸公差(0.5 mm)之和。 $\phi 0.8 \text{ mm}$;若它们各自处于最小实体状态(LMC)与最大实体状态(MMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.5 \text{ mm} \sim \phi 0.8 \text{ mm}$ 之间变化。图 A. 23c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 24 图 A.24a)所示零件的预期功能是可与类似零件形成间隙配合,并要求两个零件的平面在配合时要完全相接触。

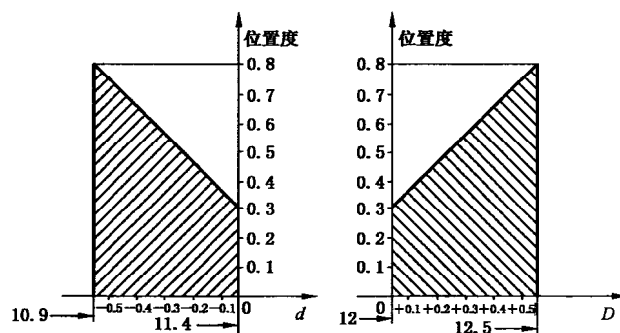


a) 图样标注

图 A.24 两个销柱和两个孔彼此之间的位置由理论正确尺寸和具有基准的位置度公差确定的 MMR 示例



b) 解释



c) 动态公差图

图 A.24 (续)

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- 两销柱的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=11.7\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 两销柱的提取要素各处的局部直径均应大于 $LMS=10.9\text{ mm}$ [见规则 B 1) 和 3.13] 且均应小于 $MMS=11.4\text{ mm}$ [见规则 A 1) 和 3.11];
- 两孔的提取要素不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $MMVS=11.7\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- 两孔的提取要素各处的局部直径均应小于 $LMS=12.5\text{ mm}$ [见规则 B 2) 和 3.13] 且均应大于 $MMS=12.0\text{ mm}$ [见规则 A 2) 和 3.11];
- 四个 MMVC 处于彼此相距理论正确尺寸为 $30\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ 的位置,彼此理论正确相互平行,且要与基准 A 相垂直(见规则 D)。

补充解释:图 A.24a) 两销柱和两个孔的轴线位置度公差($\phi 0.3\text{ mm}$)是它们均为其最大实体状态(MMC)时给定的;若它们均为其最小实体状态(LMC),其轴线位置度误差允许达到的最大值可为图 A.23) 中给定的轴线位置度公差($\phi 0.3\text{ mm}$)与它们的尺寸公差(0.5 mm)之和。 $\phi 0.8\text{ mm}$;若它们各自

处于最小实体状态(LMC)与最大实体状态(MMC)之间,其轴线位置度公差在 $\phi 0.5\text{ mm} \sim \phi 0.8\text{ mm}$ 之间变化。图 A. 24c)给出了表述上述关系的动态公差图。

例 25 图 A. 25 所示零件的功能要求是可与类似零件形成间隙配合,且要使该零件的左端面 B 与类似零件的相应端面完全相接触。

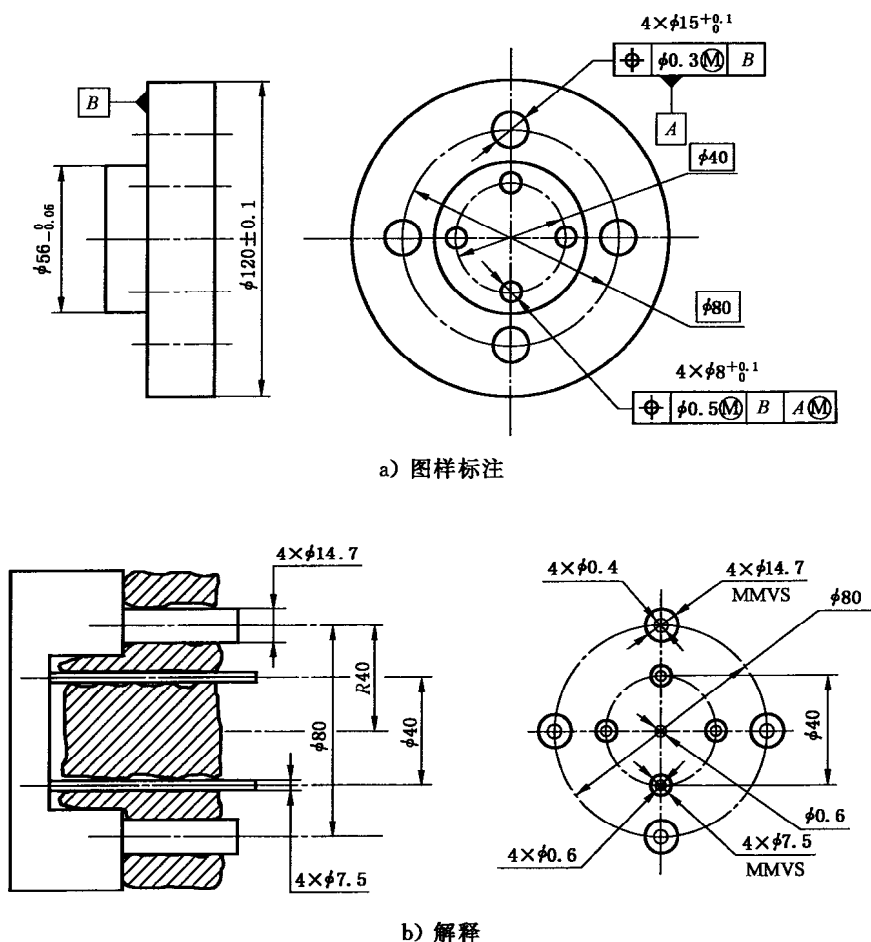


图 A. 25 以一组要素为基准的成组要素中各个要素均有尺寸要求
和对其轴线又均有位置度要求的 MMR 示例

基于本标准给出的规则和定义,对本图例解释如下:

- $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 孔各自的提取要素均不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $\text{MMVS} = 7.5\text{ mm}$ (见规则 C, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 孔各自提取要素各处的局部直径均应小于 $\text{LMS} = 8.1\text{ mm}$ [见规则 B 2)和 3.13]且均应大于 $\text{MMS} = 8.0\text{ mm}$ [见规则 A 2)和 3.11];
- $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 孔各自的最大实体实效状态(MMVC)均应与基准 B 的理论正确方向和基准 A 的理论正确位置相一致(见规则 D);
- $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔的提取要素均不得违反其最大实体实效状态(MMVC),其直径为 $\text{MMVS} = 14.7\text{ mm}$ (见规则 E, 规则 G, 3.14, 3.15 和 3.15 注 1);
- $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔提取要素各处的局部直径均应小于 $\text{LMS} = 15.1\text{ mm}$ [见规则 B 2)和 3.13]且均应大于 $\text{MMS} = 15.0\text{ mm}$ [见规则 A 2)和 3.11]。

补充解释:图 A. 25 a) 中 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔轴线的位置度公差($\phi 0.5 \text{ mm}$)是它们各自均为其最大实体状态(MMC), $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔也均为其最大实体状态(MMC)时给定的;若 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔均为其最小实体状态(LMC), $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔仍均为其最大实体状态(MMC)时, $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔轴线的位置度误差允许达到的最大值可为图 A. 25 a) 中给定的位置度公差($\phi 0.5 \text{ mm}$) 与其尺寸公差(0.1 mm)之和 $\phi 0.6 \text{ mm}$;若 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔处于最大实体状态(MMC)与最小实体状态(LMC)之间, $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔仍均为其最大实体状态(MMC)基准要素仍为其最大实体状态(MMC), $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔轴线的位置度公差在 $\phi 0.5 \text{ mm} \sim \phi 0.6 \text{ mm}$ 之间变化。

若 $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔偏离其最大实体状态(MMC), 由此可使其轴线相对于其理论正确位置有所浮动, 当 $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔均为其最小实体状态(LMC)时, 其轴线相对于其理论正确位置的浮动量为最大, 若 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔也均为其最小实体状态(LMC), 此时 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔轴线的位置度误差为最大, 但由于 $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔轴线相对于其理论正确位置的浮动方向不一, 会使 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 各孔轴线的位置度误差一般也不会一致。

图 25b) 为表述下述情况的示意图: $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔处于各自最大实体状态(MMC)、 $4 \times \phi 0.6$ 为各自轴线的最大浮动量; $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)各孔处于各自最大实体状态(MMC)、 $4 \times \phi 0.4$ 为各孔轴线的最大浮动量; $\phi 6$ 为 $4 \times \phi 15^{+0.1}_0$ 孔组要素(基准要素)拟合要素的轴线(确定 $4 \times \phi 8^{+0.1}_0$ 孔组要素位置的)的最大浮动量。

附录 B
(资料性附录)
概念图表

本附录给出了有关最大实体要求和最小实体要求术语和概念图,见图 B.1。

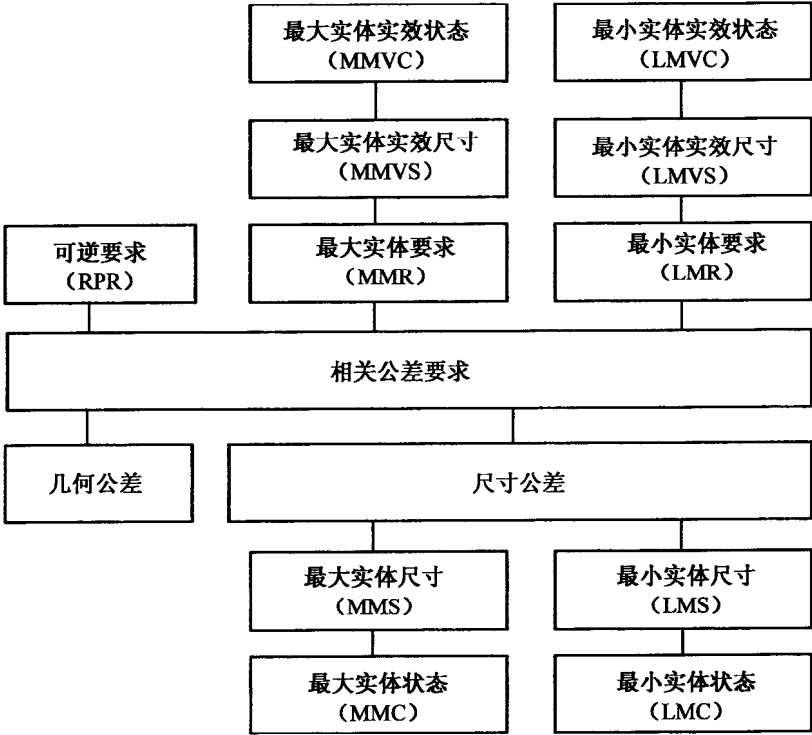


图 B.1 有关最大实体要求和最小实体要求术语和概念图

附 录 C
(资料性附录)
在 GPS 矩阵模型中的位置

关于 GPS 矩阵模型详见 GB/Z 20308—2006。

C.1 标准的信息及其应用

本标准定义了允许对配合表达功能要求的最大实体实效要求和用于控制最小壁厚、防止断裂的最小实体要求。它还定义了可逆要求,它要与最大或最小实体要求一同使用。

C.2 在 GPS 矩阵模型中的位置

本标准是 GPS 通用标准,其影响 GPS 通用标准矩阵中尺寸、与基准无关的线的形状、与基准无关的面的形状、方向、位置和基准标准链的第 1、2 和第 3 链环,如图 C.1 所示。

GPS 基础标准	GPS 综合标准						
	GPS 通用标准						
	链环号	1	2	3	4	5	6
	尺寸						
	距离						
	半径						
	角度						
	与基准无关的线的形状						
	与基准有关的线的形状						
	与基准无关的面的形状						
	与基准有关的面的形状						
	方向						
	位置						
	圆跳动						
	全跳动						
	基准						
	表面粗糙度						
	表面波纹度						
	原始轮廓						
	表面缺陷						
	棱边						

图 C.1 在 GPS 矩阵模型中的位置

C.3 相关的标准

相关的标准为图 C.1 所示标准链涉及的标准。